

खगोल-विज्ञान के महान क्षण
GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY



**केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा मंत्रालय) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत
विज्ञान की विश्वविख्यात पुस्तकें**

★ विज्ञान परिचय 1-8 (सत्रिक)	एच ब्रांडरुड	Sci 50/
(गर्म टाइम बुक्स अति पाठी अध्यापक विद्युत इकाया एवं गति)		each 5/
(ACHIEVEMENTS OF SCIENCE 1-8 by M Anderson)		
★ दैनिक जीवन में विज्ञान I III	टी ए ट्वीडल	each 50/
(EVERYDAY SCIENCE TOPICS I III by T.A. Tweddle)		
★ विज्ञान की कहानियाँ I IV	ए स्चुलिक और ए पी डी स्चुलिक	each 50/
(STORIES FROM SCIENCE I-IV by S schulic & S schulic)		
★ मानवी कैसे बने ?	डॉ माई डब्ल्यू कॉर्नवाल	50/
(THE MAKING OF MAN by Dr LW Cornwall)		
सर्वांगीण मानव पत्रिका लाइवेली एगोनिशन के 'कॉर्नेली बेडर' से परावृत्त		
★ टेलीविजन (एक अनुसूचक जीवनकार)	जीन और रॉबर्ट बीडिक	50/
(TELEVISION WORKS LIKE THIS by J & R. Bendick)		
★ रेडार (RADAR Works Like This by Egon Larsen)	एगॉन लार्सन	40/
★ अति ध्वनिचित्र (SOUND RECORDING)	स्नेनेट कार्ल	40/
★ ट्रांजिस्टर (TRANSISTOR by Egon Larsen)	एगॉन लार्सन	40/
★ जेट-मान	जॉन डब्ल्यू तार टेलर	40/
(JET PLANES by John W R Taylor)		
★ परमाणु (ATOMS Work Like This by J An Rowls d)	जॉन रोयल	40/
★ हेलिकॉप्टर (Helicopters)	रोबिन कार्लेन और जॉन डब्ल्यू तार टेलर	40/
★ रॉकेट और अंतरिक्ष यान	जॉन डब्ल्यू तार टेलर	40/
(Rockets & Spacecrafts by John W R Taylor)		
★ रेलगाड़ी (TRAINS Work Like This)	डेविड ग्रेट जॉन टॉपम	40/
★ कैमरे की काम	मॉरिस कै कड	40/
(CAMERAS Work Like This by Maurice K. Kadd)		
★ विज्ञानों ने कविष्य बनाया	एगॉन लार्सन	80/
(MEN WHO SHAPED THE FUTURE by Egon Larsen)		
★ विज्ञानों ने दुनिया बदल दी	एगॉन लार्सन	80/
(MEN WHO CHANGED THE WORLD by Ego Larsen)		
★ आधुनिक विज्ञान के महान अन्वेषक	पेट्रिक रिगल	80/
(GREAT DISCOVERERS IN MODERN SCIENCE by P F n gle)		
★ सर्वरत आधुनिक वैज्ञानिक	ए डब्ल्यू एलिस	50/
(MODERN SCIENTISTS AT WORK by A.W Ellis)		
★ अग्रणी विज्ञान के महान क्षण	आर्थर ई टॉप	50
(GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY by Arch E. R y)		
★ आधुनिक जीव विज्ञान	सी एच वॉडिंगटन	50/
(BIOLOGY FOR THE MODERN WORLD by C.H Waddington)		
★ प्रकृति और मानव	जॉन हिलेबी	30/
(NATURE AND MAN by John H ilaby)		
★ मानवियों का संसार	जे डी कार्थे	30/
(THE WORLD OF FEELING by J D Carthy)		
★ मौसम (WEATHER by R.S Scorer)	आर एम स्कोरर	30/
★ परिवहन (TRANSPORT by Ego Larne)	एगॉन लार्सन	30/
★ गहल गहराई में जीवन (LIFE IN THE DEEP)	मॉरिस कार्ल	30/
★ हमारा घर - पृथ्वी (PLANET EARTH)	डॉ जे ब्रोन्सोव्की	30/
★ विज्ञान का महान धोख	डॉ जे ब्रोन्सोव्की	50/
(COMMON SENSE OF SCIENCE by Dr J Brownosnk)		
★ उष्ण कटिबंध के जन्ती	ई एम पी वॉल्स	50/
(ANIMAL LIFE IN THE TROPICS by E.M.P W lcers)		
★ जीवन एक एक रूप में	रॉबिन क्लार्क	30/
(DIVERSITY OF MAN by Robt Clark)		

मानव ससाधन विकास मन्त्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

खगोल-विज्ञान के महान क्षण

लेखक
३ आर्ची ई राॅय



अलकार प्रकाशन
666, भील, दिल्ली-110051

Hindi translation of 'GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY'

by Archie E Roy

By arrangement with

J M Dent & Sons Ltd, London

© Hindi edition reserved by the publisher

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मंत्रालय) भारत सरकार के सहयोग से
कार्यान्वित लोकप्रिय पुस्तकों की प्रकाशन-योजना' के अंतर्गत स्वीकृत एव
कैपिटल बुक हाउस दिल्ली के निमित्त अलकार प्रकाशन से प्रकाशित

अनुवाद

एम गुलाटी

पुनरीक्षण

के एन दुबे

मूल्य

पचास रुपये (50 00)

संस्करण

दूसरा 1990

प्रकाशक

अलकार प्रकाशन

666 भील दिल्ली 110051

मुद्रक

कल्पना प्रेस दिल्ली-110092

दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय के तत्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महंगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीदकर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार निश्चित सख्या में प्रकाशित पुस्तकों की प्रतिर्या खरीदकर उन्हें मदद पहुँचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापीराइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय द्वारा निमित्त शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान विज्ञान से सम्बन्धित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

भाषा है, यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय

ए नम्रहालय

शिक्षा तथा युवक-सेवा मंत्रालय

निदेशक

विषय-सूची

अध्याय	पृष्ठ
1 वह व्यक्ति जिसने पृथ्वी को चलाया	9
2 अव्यवस्था से सुव्यवस्था	23
3 अंतरिक्ष से एक आगतुक	38
4 उड़ती पताका का रहस्य	46
5 एक नए ग्रह की खोज	57
6 दूरदर्शक के बिना प्रेक्षण	69
7 आकाश में मील के पत्थर	80
8 तारा को देखने की खिडकी	94
9 आकाश से सकेत	108
10 जेट-चलित कमरा	119
महान क्षणों की प्रतीक्षा	133
पारिभाषिक शब्दावली	135

चित्र-सूची

	पृष्ठ
गेलीलियो अपने दूरदर्शक से आकाश की ओर देख रहे हैं	3
आश्चर्यचकित सीनेट के सदस्य सेंट मार्को के बुज से सामुद्रिक क्षितिज देखते हुए	17
केपलर का दूसरा नियम	28
नोट बनाने के लिए कभी कभी यूटन सीढ़िया से ऊपर अपनी सर झुकी छोड़कर भागते थे	33
सहक पर हैली ने 1680 के महान धूमकेतु को दला	42
पृथ्वी की रक्षा	47
अडले का ध्यान मस्तूल पर लगी पताका की ओर आकर्षित हुआ	52
टुकड़े गोलिया की भाँति छत तक ऊँचे उठने लगे। हर्षेल इटो के डेर पर गिर गया	62
‘वह चाट पर नहीं है’ द अरेस्ट ने उत्तेजित हो कहा	76
दूरी का सम्बन्धिक माप	81
हबल ने 100 इंच के दूरदर्शक द्वारा नीहारिकाभा के चित्र लिए	90
माउंट पलोमर के भवन में वह सभी कुछ है जिसकी खगोलज्ञ को आवश्यकता होती है	105
2 अगस्त 1957 की रात्रि को दूरदर्शक का पहली बार सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया	114
ल्यूनिक 3 का कमरा चन्द्रमा के प्रकाशित, किंतु अज्ञात भाग की ओर सधा हुआ था	128

सातवें अध्याय में उद्धृत सन्दर्भ सबसे पहले ‘रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी की पत्रिका *Monthly Notices* में प्रकाशित हुए थे।

वह व्यक्ति जिसने पृथ्वी को चलाया

भूरे बालो व छोटी गरदन वाले और स्थूलकाय आदमी ने अपने हाथ में पकड़े हुए नए बने दूरदर्शक को गौर से देखा और यह उम्मीद बांधी कि आज की शाम भी आकाश साफ रहेगा। उस आदमी का नाम था गलीलियो गैलिली और बात है सन् 1610 ई. की। पादुआ (इटली) के गणित के इस प्रोफेसर के लिए, अपने द्वारा बनाए जा रहे विशाल और बेहतर दूरदर्शको द्वारा, एक नई दुनिया का रहस्य खुलने वाला था। इससे पहले वह तीन ऐसे यंत्र बना चुका था और हर बार का यंत्र पहले वाले यंत्रों से तीस गुना अधिक शक्ति वाला था। वह इस यंत्र के लेंसों को पेंना करके उन्हें रोशनी-बद नली में बिठाने में व्यस्त था।

7 जनवरी की उस रात को उसने जब बृहस्पति नक्षत्र के झिलमिलाते गोलक का दोबारा निरीक्षण किया तो उसके निकट उसे तीन ज्योति-बिन्दु और नजर आए। उसने सोचा कि पार्श्व के धुंधले सितारे होंगे, परन्तु उसके आश्चर्य का तब ठिकाना नहीं रहा जब उसने उन तीनों को अगली रात परस्पर अपनी स्थिति बदलते देखा। यह बात आकाश-मंडल के अध्ययन-कर्ताओं के अनुभव के सवथा विपरीत थी क्योंकि उनका अध्ययन यह बताता था कि सदियों तक नक्षत्रों की स्थिति नहीं बदलती। इसके अतिरिक्त गैलीलियो ने यह गौर किया कि बृहस्पति के सदृश में ही तीनों नक्षत्रों की परस्पर स्थिति में अन्तर आया है। लगातार प्रेक्षण के बाद उसे पता लगा कि ये वस्तुतः चार पिंड थे। कई रातों के बाद गैलीलियो इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि ये तीनों, बृहस्पति के चारों ओर चक्कर बाट रहे थे, जो वस्तुतः उपग्रह थे। इस तरह गैलीलियो को उन चार संसारों को खोजने और प्रेक्षण करने का सम्मान प्राप्त हुआ जिन्हें मनुष्य इससे पूर्व देख नहीं सका था। परन्तु यह खोज आगे जाने वाले आश्चर्यों का एक अंश मात्र थी।

चन्द्रमा का निरीक्षण करने पर उसे उसकी सतह पर फले हुए असह्य पहाड़ो, दरारो तथा प्रकाश व अंधकार की दुनिया का दर्शन हुआ। उसके दूरदर्शक में उपग्रह मडलक के समान दिखाई देते थे और तारो की सख्या पहले से अब कई गुना बढ़ गई थी जिन्हे मनुष्य ने अभी तक देखा नहीं था। कृत्तिका नक्षत्र की सात की गिनती में गैलीलियो अब छत्तीस और जोड़ सकता था।

गैलीलियो ने अपनी प्रारम्भिक खोजों का विवरण 'साइडेरिस ननशिअस' (तारो का सदेशवाहक) नामक एक छोटी सी पुस्तक में दिया है। यह वेनिस से मार्च 1610 में प्रकाशित हुई थी। इससे अच्छा नामकरण किसी और पुस्तक का नहीं हुआ। यह तारो के बारे में एक रोमांचक वृत्त था जिसने हर स्थान के विद्वानों को चौंकाकर उनके विश्वास की गहरी नींवों को हिला दिया था। अनेक क्षेत्रों में इसके प्रति बेचैनी, सदेह, विरोध तथा घृणा व्यक्त की गई। कुछ विद्वानों ने गैलीलियो की खोजों का रुचि तथा उत्साह के साथ स्वागत किया लेकिन ऐसे लोग गिनती में थोड़े ही थे। अपने समय के सर्वप्रसिद्ध ज्योतिर्विद् केप्लर ने गैलीलियो का समर्थन किया और अगस्त 1610 में दूरदर्शक से बृहस्पति को स्वयं देखा। प्राग से प्रकाशित 'तारो का सदेशवाहक' की प्रति भी उसने प्राप्त की। उसने स्वीकार किया कि आकाश के अध्ययन के लिए दूरदर्शक बनाने का विचार उसके मस्तिष्क में कभी नहीं आया और साथ ही यह संकेत भी किया कि इन यंत्रों के द्वारा अब ठीक ठीक नाप भी संभव है।

इस प्रकार का समर्थन गैलीलियो के लिए बहुत उत्साहवर्द्धक था क्योंकि विभिन्न क्षेत्रों के विरोध का अब उसे सामना करना था। दशन शास्त्र के प्रोफेसरो का तर्क था कि ग्रीक के महान् विचारक अरस्तू द्वारा बृहस्पति के उपग्रहों का कोई उल्लेख नहीं हुआ है, अतः उनका अस्तित्व असंभव है। अन्य लोगो ने गैलीलियो के दूरदर्शक से देखने से इन्कार कर दिया क्योंकि उनके अनुसार इन उपग्रहों के दिखने का कारण यह यंत्र ही है। इतना ही नहीं, गैलीलियो जब मार्च के महीने में बोलोगना पहुँचा तो उसने वहाँ के प्रोफेसरो को दूरदर्शक से देखने का आग्रह किया, पर उनमें से अधिकांश ने यही कहा कि उन्हें कुछ भी दिखाई नहीं दिया।

इसमें पहले कि हम उन्हें कपटी कहकर छोड़ दें, यह स्मरण रखना होगा। प्रारम्भिक दूरदर्शक बहुत अपूर्ण थे। लैमो की सत्तह ठीक नहीं होती था और उनमें कुछ अन्य त्रुटियाँ भी होती थी जिनसे बुधले प्रतिबिम्बों के चारों ओर रंगीन किनारे उभर आते थे। वास्तव में हम जानते हैं कि गैलीलियो के दूरदर्शक से लोगों को क्या दिखाई देता था क्योंकि कुछ यत्र अब भी उपलब्ध है। उनसे देखने पर हम आश्चर्यचकित रह जाएंगे कि गैलीलियो ने उससे इतनी खोज की। वह अवश्य ही कुशल, मेहनती निरीक्षक रहा होगा और बुधले दिखने वाले बिम्बों की व्याख्या करने तथा उन्हें समझने के लिए अपने यत्र की त्रुटियों के विरुद्ध सघर्ष करता रहा होगा। उसकी स्थिति के अग्र लोग, अपनी प्रारम्भिक खोजों के प्रति प्रभावशाली क्षेत्रों में उठाए गए विरोध के कारण, अपने प्रयत्नों को छोड़ देते और शैक्षणिक पक्ष में सुरक्षित पड़े रहते। पर गैलीलियो के स्वभाव में यह बात नहीं थी, उसने अपने खगोल-अभियान को जारी रखा और विरोधियों का सामना भी करता रहा।

गैलीलियो की खोजों से उसके समकालीनों पर पड़े प्रभाव को जानने से पहले हम यह जान लेना जरूरी है कि आखिर उनके अनुसार दुनिया थी क्या !

ज्योतिर्विद्या अत्यन्त प्राचीन विज्ञान है। हम यह नहीं जानते कि आकाश का अध्ययन करने वाले प्रारम्भिक लोग कौन थे, वे कहाँ और कब हुए, लेकिन इतना निश्चित है कि 2000 ईसा पूर्व तक कई देशों के ज्योतिर्विद् इन खोजों में लग चुके थे और इस बात के लिए प्रयत्नशील थे कि वे सूर्य, चंद्रमा, तारों और रहस्यपूर्ण उपग्रहों की गतिविधियों का लेखा-जोखा कर सकें। बेबीलोन, मिश्र, भारत और चीन में इन्होंने कई शताब्दियों तक आकाश के परिवर्तनशील दृश्यों का हिसाब रखा है।

ब्रह्मांड की संरचना के सम्बन्ध में इन प्राचीन विद्वानों ने शीघ्र ही कुछ विचार निश्चित कर लिए। कुछ वे अनुमान पृथ्वी समुद्र-मेखला से घिरी एक द्वीप थी। इसके ऊपर पानी का एक गुम्बद था और यदाकदा उसमें से कुछ रिसकर वारिसा के रूप में गिरता था। सूर्य, चंद्रमा, तारे और ग्रह पृथ्वी के रास्ते से प्रवेग कर, आकाश पार करते हुए पश्चिम के रास्ते

से बाहर चले जाते थे। ये उन महान् देवताओं के 'तारे' थे जो दुनिया पर शासन करते थे।

ग्रीक के महान् विचारको (छठी शती ई पू) ने सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहों से सम्बन्धित पहले के इन विचारों को अमाय धोपित किया कि ये देवताओं के तारे हैं और उन्होंने इनकी सगत व्याख्या करने का प्रयत्न किया। अधिकांश का विश्वास था कि पृथ्वी आकाश में तैरने वाला एक गोला है और आकाश तथा तारों की पृष्ठभूमि पृथ्वी के चारों ओर दिन में एक बार चक्कर लगाती है। उन्होंने सूर्य, चन्द्रमा और अन्य ग्रहों की गतियों की वर्तुल-गति की, एक जटिल पद्धति द्वारा व्याख्या की। यह सिद्धान्त, कि पृथ्वी ब्रह्मांड का केन्द्र है, अलेक्जेंड्रिया के टालमी द्वारा अन्तिम रूप से प्रतिपादित हुआ और इसे सामान्यतः टालमी का भू-केन्द्रीय सिद्धान्त (Ptolemaic Geo-centric System) कहा जाता है।

उन थोड़े-से ग्रीक विद्वानों के, जिन्होंने सूर्य को स्थिर केन्द्र मानकर ब्रह्मांड तथा अन्य ग्रहों को उसके चारों ओर घूमने वाला कहकर साहसिक तथा कल्पनाशील कदम उठाया था, विचार पुराने पड़ने लगे। लोग इस बात में विश्वास करना अधिक उचित समझते थे कि जिस पृथ्वी पर वे रह रहे हैं, वही ब्रह्मांड का केन्द्र है। अघकार के युग से जब यूरोपीय सभ्यता का उद्धार हुआ तथा रोमन साम्राज्य का पतन हुआ, तब ग्रीक विचारक प्लेटो और अरस्तू की कृतियों को ईसाई शिक्षा में शामिल कर लिया गया। मानव जीवन का नाटक ब्रह्मांड के केन्द्र में घटित होना चाहिए, अतः पृथ्वी ही का केन्द्र थी। स्थिर तारों के गोलाकार सीमा के परे स्वर्ग था, पृथ्वी के भीतर नरक की अग्नि धधकती रहती है। ये विश्वास चर्च के सिद्धांत बन गए थे। ये ऐसे अंधविश्वास थे जिनका अधिकारियों द्वारा सर्वत्र पक्ष लिया गया। जो लोग ब्रह्मांड के इस रूप पर सदेह करते, उन्हें कठोर यातनाएँ दी जाती थीं बल्कि मृत्यु-दंड तक दे दिया जाता था।

दूरदर्शक की आरम्भिक खोजों के समय गैलीलियो की आयु 45 वर्ष थी। उसका जन्म पीसा में 1564 में हुआ था जोकि शेक्सपियर का भी जन्म वर्ष है। जब वह युवक ही था तो उसे पीसा विश्वविद्यालय में औपधि-विज्ञान के अध्ययन के लिए भेजा गया लेकिन उसे यह विषय बहुत ही नीरस

लगा। यद्यपि इस क्षेत्र में भी उसने अपनी कुशाग्र बुद्धि का प्रदर्शन किया और रोगियों की नब्ज नापने के सम्बन्ध में एक खोज की और इस तथ्य पर भी रोशनी डाली कि लोलक के स्पन्दन की निश्चित अवधि होती है जो उसकी लम्बाई पर आधारित होती है। यह विचित्र बात है कि बिना डिग्री लिए उसने विश्वविद्यालय त्याग दिया। सम्भवतः उसके गैर-हृदयवादी विचार, अपने अरस्तूवादी प्राध्यापकों से बहस करने की आदत, उनके सिद्धान्तों की कमियाँ बताते रहने के कारण ही उसे उन्होंने स्कालरशिप देने से इन्कार कर दिया।

वह घर लौट आया, पर उसने अपनी पढाई जारी रखी तथा गणित और यांत्रिकी में दक्षता प्राप्त की। उसने कई मशीनें और वैज्ञानिक उपकरण बनाए। इनमें से एक भूमि के भीतर जल को सूचित करने वाला यंत्र भी है। इससे वैज्ञानिक और विद्वान के रूप में उसे खूब प्रसिद्धि मिली। 25 वर्ष की आयु में पीसा विश्वविद्यालय में उसकी नियुक्ति गणित के प्राध्यापक के रूप में हुई और यह इसी विश्वविद्यालय द्वारा उसे स्कालरशिप न दिए जाने के चार वर्ष बाद की घटना है। वह वहाँ तीन वर्ष तक रहा और फिर वेनेशिया रिपब्लिक के प्रसिद्ध विश्वविद्यालय पादुआ में गणित का प्रोफेसर बनकर चला गया। आगामी अठारह वर्षों तक गैलीलियो अध्ययन, प्रयोग, आविष्कार करता हुआ अपने समय के विद्वानों में अग्रगण्य बनकर अपना नाम रोशन करता रहा। वस्तुतः इन्हीं अठारह वर्षों में उसने गति के सिद्धान्तों से सम्बन्धित वे खोजें की जिन पर आधुनिक गति-विज्ञान की नींव रखी गई है। लोलक के सावधानी और धैर्य से किए गए अध्ययन के फलस्वरूप गैलीलियो ने वस्तुओं के गिरने अथवा लुढ़कने के विषय में गहरी जानकारी हासिल कर ली। उसके लोलक और लुढ़कने वाली वस्तुओं से सम्बन्धित कुछ प्रयोग आज भी माध्यमिक विद्यालयों में पढाए जाते हैं क्योंकि गति के मूलभूत सिद्धान्तों पर प्रकाश डालने के लिए वे बहुत ही महत्वपूर्ण हैं।

अब उसे अरस्तू के कई 'वैज्ञानिक' दृष्टिकोणों में विसंगतियाँ नज़र आईं, और पृथ्वी के घूमने के विचार के विरुद्ध टालमी की आपत्तियों की शक्ति महसूस होने लगी। इन आपत्तियों में से एक यह थी कि अगर पृथ्वी घूमती होती तो हवा और लोग पीछे छूट जाते। लेकिन गैलीलियो ने अभी तक इन विचारों के सम्बन्ध में अपना कोई अभिमत विद्यार्थियों के सामने

प्रकट नहीं किया था। वह उन्हें प्राचीन ज्योतिर्विद्या पढ़ाता रहा जिसमें टालमी के चक्र और परिधि-चक्र वाले पृथ्वी-केन्द्रित ब्रह्मांड का तथा ग्रहों की गति की स्पष्टता के लिए आवश्यक जटिल वृत्तीय गतियों का वर्णन था। हालांकि, जैसा कि हम जानते हैं, वह इस बात से सतुष्ट था कि कार्पनिकस का सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड वाला सिद्धान्त ज्यादा ठीक है।

निकोलस कार्पनिकस (1473-1543) ने प्राचीन ग्रीक विचार की पुष्टि की थी कि सूर्य ब्रह्मांड के मध्य स्थित है और पृथ्वी समेत सभी ग्रह वर्तुलाकार उसके चारों ओर घूमते हैं। उसकी पुस्तक उसके जीवन के अंतिम समय में प्रकाशित हुई जिसमें उसने सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड सिद्धान्त (अथवा कार्पनिकस सिद्धान्त) की व्याख्या की थी, क्योंकि वह अपने समकालीनों के तिरस्कार और उपहास से बहत डरता था। गैलीलियो उसके विचारों से पूर्णतया अवगत था।

1597 में जोहान्स केप्लर ने अपनी पुस्तक की एक प्रति गैलीलियो को भेजी। उसे धन्यवाद देते हुए गैलीलियो ने लिखा 'आपकी पुस्तक शान्ति के साथ पढ़ने का मैं वादा करता हूँ, इसमें कुछ प्रशंसनीय बात मिलने की पूर्ण सम्भावना है और यह बात मेरे लिए इसलिए प्रशंसनीय है क्योंकि कई वर्ष पहले से मैं कार्पनिकस के विचारों से सहमत रहा हूँ और उसके दृष्टिकोण के अनुसार मैं प्रकृति के कई काय-व्यापारों की व्याख्या कर सकता हूँ जिन्हें आजकल की परिक्ल्पनाओं से समझा नहीं जा सकता।'

अपने विश्वासों को स्वयं तक सीमित रखने के कारण तब स्पष्ट हो जाते हैं जब वह आगे बढ़ता है 'मैंने उसके पक्ष के समर्थन में और विरोधियों के खड्गों से अनेक वर्षों तक झटके किए हैं जिन्हें मैंने अभी तक जनता में प्रकट नहीं किया है क्योंकि मैं अपने गुरु कार्पनिकस के परिणाम का देखकर भय अनुभव कर रहा हूँ, हालांकि कुछ सिद्धांतों के कारण उन्हें अमर प्रसिद्धि मिली है। व्यवस्था की सग्या अधिक ज्ञान के कारण वे सजाव और उपहास के पात्र बने हुए हैं। मैं अपने विचारों को प्रकट करने की हिम्मत तभी कर सकूंगा जब आप जैसे कुछ लोग और भी होंगे, पर ऐसा न होने पर मैं अपने आपको रोसे रहूंगा।'

वाम्भव में अपने बनाए दूरदर्शक के कारण उनके लिए आकाश-

मडल की एक नयी दुनिया खुल गयी थी। कई वर्षों तक प्रयोग करते-रहने के बाद गैलीलियो ने कार्पानिकस के सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड के सिद्धान्त के पक्ष में अपने विचार प्रकट किए।

गैलीलियो ने दूरदर्शक का आविष्कार नहीं किया था। यह किसी को पता नहीं है कि उपयुक्त आकार के दो लसो को एक-दूसरे के सामने रखकर तथा इमारती और वृद्धों जैसी दूर की चीजों को हाथ-भर के फासले पर देख लेने वाले यंत्र को बनाने वाला पहला व्यक्ति कौन था। सबसे पहले तेरहवीं शताब्दी में ऐनक के लिए लसो के प्रयोग को मान्यता मिली। निश्चित रूप से सोलहवीं शताब्दी की अंतिम तिमाही में मुख्यतः डच आविष्कर्ताओं द्वारा आदिम दूरदर्शक बनने शुरू हो गए थे। कुछ लेखकों का मत है कि डच देश के मिडलब्रग क्षेत्र में रहने वाले हेन्स लिपशॉ नाम के व्यक्ति ने दूरदर्शक का सवप्रथम आविष्कार किया था। ऐसा कहा जाता है कि एक दिन दो बालक लिपशॉ की दुकान पर लसो से खेल रहे थे तो उन्हें पता लगा कि दो लसो को एक सीध में रखने से पास के चंच का वातसूचक बड़ा दिखने लगा है। लिपशॉ ने लसो को एक नली में रखकर स्टेट्स-जनरल से पत्र व्यवहार शुरू किया जो नीदरलैंड पर शासन करने वाले व्यक्तियों का एक सगठन था और स्पेन के फिलिप द्वितीय की सेना से जीवन-मरण के संधप में जूझ रहा था। उन्होंने तुरन्त महसूस किया कि युद्ध में निर्देश देने हुए जनरल या स्काउटों के जहाजियों के लिए दूरदर्शक बहुत उपयोगी सिद्ध होगा, अतः उन्होंने आविष्कर्ता को अनुदान तथा पेटेंट देने का फैसला किया। लेकिन इस आविष्कार को गुप्त रखने के सभी प्रयत्न विफल हो गए क्योंकि दूरदर्शक का समाचार तथा उसकी विधि अब तक सारे यूरोप-भर में प्रचारित हो चुकी थी। 1609 में पेरिस में दूरदर्शक विक्री के लिए लाए गए, और उसी वर्ष मिलान, वेनिस, पादुआ और लदन में भी ये विक्रय लगे।

1609 के मई के महीने में गैलीलियो ने सर्वप्रथम लिपशॉ के आविष्कार का समाचार पहले मौखिक रूप से तथा बाद में एक पत्र द्वारा सुना। उसने स्वयं भी दूरदर्शक बनाने का तुरन्त निश्चय किया। पहले उसने प्रकाश-वक्रता के सिद्धान्त के अपने वैज्ञानिक ज्ञान को लागू किया अर्थात् उसने लसो पर प्रकाश-किरणों की वक्रता की जांच की ताकि दूरदर्शक की कार्य-विधि

को समझा जा सके। गहन अध्ययन के बाद उसने समस्या का हल निकाल लिया और अपना पहला दूरदर्शक बना लिया, 'मीमे की एक नली के दोनो सिरो पर मैंने दो लेंस जड़ दिए। दोनो एक तरफ तो ममतल थे, पर दूसरी तरफ से गोलाकृ में क्रमशः उन्नतोंदर और नतोदर थे। नतोदर लस की ओर से देखने पर मुझे चीजें सतोपजनक रूप से बडी और नजदीक दिखाई दी क्योंकि अब वे मात्र तिहाई दूरी पर थी और माधारण दृष्टि से देखने की तुलना मे नौ गुनी बडी थी।'

गैलीलियो द्वारा बनाया गया दूरदर्शक ज्योतिर्विज्ञान मे प्रयुक्त आजकल के वक्र-विरण दूरदर्शक जैसा नहीं था जिसमे तारे तथा ग्रह और आकाश-मंडल के अथ पिंड भाँवकर देखे जाते हैं बल्कि आधुनिक आपेरा-दूरबीन की तरह था जिममे दृश्य सीधे देखे जाते हैं।

यह दूरदर्शक पादुआ मे बनाया गया था। वेनिस में सीनेट को भेंट करने के लिए गैलीलियो स्वयं वहाँ गया। सेंट मार्को की मीनार से सीनेट के आश्चर्य मे डूबे सदस्यो ने समुद्र के क्षितिज के दशन किए जिसके बारे मे गैलीलियो ने लिखा है, 'मेरे जासूसी शीशे ने इतनी दूर के उन जहाजो को देख लिया था जो बदरगाह मे दो घटे बाद प्रविष्ट हुए।'

गैलीलियो का वेतन तुरन्त दुगुना कर दिया गया और पादुआ की प्रोफेसरशिप उसे सारी उन्न के लिए दे दी गई।

वह पादुआ वापिस लौट आया। यहाँ उसने दूसरा दूरदर्शक बनाया जिसमे वस्तुएँ आठ गुनी बडी दिखती थी और फिर तीसरा यत्र बनाया जो वस्तुओ को बीस गुना बडा दिखाता था यानी एक मील दूर की चीजें सी गज दूर नजर आती थी। उसके खोजी मन ने दूरदर्शक को आकाश की ओर कर दिया और तब पहली बार बृहस्पति ग्रह को एक मंडलक के रूप मे देखा और चन्द्रमा को खुन्दरे तथा पहाडी सतह के रूप मे। इसका जादू उसके मिर पर चढकर बोलने लगा—वह उत्तेजित होकर चौथे दूरदर्शक के निर्माण मे जुट गया। वह लसो को पैना और पालिश करता रहा ताकि यह निश्चय किया जा सके कि बृहस्पति मंडलक के ही समान है, चन्द्रमा की सतह पहाडी है और बृहस्पति के चार उपग्रहो और अब तक अज्ञात असह्य तारो की भी खोज की जा सके।



पारधर्मपरित सोनेट के सदस्य गोट मार्को के हुअ से
सामुद्रिक गितिन देसते हुए ।

उसकी पुस्तक 'तारो का सदेशवाहक' का, जिसमें उसकी ज्योति-विज्ञान सम्बन्धी खोजें हैं, थोड़े-से लोगो द्वारा स्वागत हुआ और अधिकांश लोगो द्वारा सदेह, भय और विरोध की भावना प्रकट की गई। इस पुस्तक में उसने पहली बार कार्पनिकस के सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड का खुले-आम पक्ष लिया था। बृहस्पति के चन्द्रमाओं का वर्णन करते हुए वह लिखता है 'उन लोगो का संशय दूर करने का हमारे पास बहुत ही पुष्ट तथा सीधा तक है जो सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाने वाले ग्रहों के कार्पनिकस सिद्धान्त को तो सहन कर सकते हैं, पर पृथ्वी के चारों ओर एक चन्द्रमा की बात सोचकर ही इतना परेशान हो जाते हैं कि (जबकि ये दोनों ही एक वय में सूर्य की परिक्रमा करते हैं) वे ब्रह्मांड के इस सिद्धान्त को असम्भव मानते हैं।'

दूसरे शब्दों में, वह उन लोगो पर व्यंग्य कर रहा है जो यह सोचते थे कि अगर चन्द्रमा सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाता होता तो वह पृथ्वी से पीछे छूट जाता। अपनी इस छोटी-सी पुस्तक प्रकाशित करवाने से पूर्व गैलीलियो ने बेलीसारियो विण्टा को जनवरी 1610 के पत्र में लिखा था कि मेडिसियन तारे (बृहस्पति के उपग्रहों के लिए उसके द्वारा दिया गया नाम) बड़े ग्रह बृहस्पति के चारों ओर उसी तरह घूमते हैं जिस तरह शुक्र, बुध तथा सम्भवतः अर्य ग्रह भी सूर्य के चारों ओर घूमते हैं। अतः इसमें कोई आश्चर्य नहीं है कि पृथ्वी-केन्द्रित ब्रह्मांड के समर्थकों ने गैलीलियो तथा उसकी खोजों को अस्वीकार करने का फैसला किया। लेकिन अब तक उसकी प्रतिष्ठा इतनी बढ़ चुकी थी कि उसे फ्लोरेंस में ग्रेण्ड ड्यूक वास्को डी' मेडिकी का गणितज्ञ और पीसा में प्रथम गणितज्ञ नियुक्त कर दिया गया। और उसने पादुआ का प्रपना पद त्याग दिया जिसे उसकी अध्यापन की जिम्मेदारी कम हो जाए और वह अध्ययन में अधिक समय बिता सके।

अब वह अपना निरीक्षण काय और भी तेजी से करने लगा तथा प्रपना ध्यान शनि, शुक्र तथा सूर्य की ओर लगाया।

शनि ग्रह ने उसे बड़ी हैरानी में डाल दिया। दूरदर्शक में, जैसा कि बृहस्पति के अनुभव से वह जान चुका था, प्रकाश एक मडलक के समान स्फुटित हो रहा था तथा इसके अतिरिक्त दो अर्य छोटे मडलक, दोनों तरफ से उसे घूर रहे थे। कई महीनों के बाद ये दोनों बाह्य मडलक आकार

मे छोटे हो गए और दो साल बाद दिखने ही बन्द हो गए। इस वारे मे अपने मित्र वेसलर को लिखे गए पत्र मे उसका असतोष साफ भलकता है।

‘इस विचित्र कायाकल्प के वारे मे क्या कहा जा सकता है ? क्या ये दोनो छोटे तारे सूर्य के धब्बों की तरह चुक गए है ? क्या ये अचानक समाप्त होकर गायब हो गए है ? क्या शनि ने अपने बच्चों को ही निगल लिया है, या इनका दिखाई देना एक धोखा था जिन्हे दूरदशक से मैं स्वयं तथा दूसरों को भी दिखाता रहा हूँ ?’

अपरिचित स्थानों के अन्वेषकों का यह वह भय है जब परिचित चिह्न खो जाते हैं। सत्य के शोधार्थियों को भी यह भय होता है। वे डरते हैं कि अनजानी बातें उन्हें धोखा देंगी और भटकाएगी। परन्तु साथ ही यह वह आकषण है जो कुछ विशेष व्यक्तियों की शक्ति और कौशल को अज्ञात का रहस्य जानने की चुनौती देता है।

गैलीलियो बाह्य मडलको के लुप्त होने और बाद मे प्रकट हो जाने के रहस्य को कभी नहीं सुलझा सका। उसके दूरदशक इतने शक्तिशाली नहीं थे। प्रसिद्ध डच ज्योतिर्विद् हेजस को अच्छे दूरदशक को प्राप्त करने के लिए चालीम वष प्रतीक्षा करनी पडी थी और तब उसने यह अनुभव किया था कि शनि ग्रह एक चौड़े और चपटे वलय से घिरा हुआ है जो पृथ्वी और शनि की एक विशेष स्थिति मे लुप्त हो जाता है।

गैलीलियो का शुक्र ग्रह से सम्बन्धित व्यवस्थित निरीक्षण 1610 ई से शुरू हुआ। उसी वर्ष के दिसम्बर महीने मे उसने यह खोज की कि शुक्र की भी चन्द्रमा की भांति कलाएँ है। कई सप्ताहों के बाद ग्रह का आकार पतली फाँक से अर्धवृत्त मे बदल गया था और फिर पूण होने तक बढ़ता ही गया। इस अवसर पर शुक्र ग्रह सूर्य की चौध मे अदृश्य हो गया था। कुछ समय बाद जब स्थिति अनुकूल हुई तो इसका पूण मडलक दिखाई तो दे रहा था, पर पतली फाँक मे बदलने तक यह घटता ही रहा। गैलीलियो ने यह भी गौर किया कि पूण मडलक दिखने के समय भी यह पतली फाँक की तुलना मे छोटा ही था। वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि चन्द्रमा की ही तरह यह ग्रह भी सूर्य के प्रकाश से दिखाई देता है और सूर्य के दूसरी तरफ होने पर ही पूण होता है। तब इसका चमकदार भाग पृथ्वी की ओर रहता

है। पृथ्वी-केन्द्रित सिद्धान्त में टालमी ने शुक्र को एक छोटे वृत्त में घूमन हुए दिखाया था जिमका केन्द्र पृथ्वी और सूर्य के बीच की एक रेखा पर स्थित था। लेकिन गुप्त में मभी बताया विद्यमान थी जैसा कि कार्पनिकस के सिद्धान्त में वर्णित था। गैलीलियो के लिए यह मर्य के प्रकट होने का क्षण था—उमके निरीक्षण का यह चरम बिन्दु था। उसका यह विश्वास कि सूर्य केन्द्र है, न कि पृथ्वी, ठीक ही था। जैसा कि उसने लिखा है

दो महत्वपूर्ण समस्याओं के बारे में अब हमारी इन्द्रियो को मान्य प्रमाण निश्चित रूप से प्रस्तुत किए जा सकते हैं, जिनके बारे में कई विद्वान् विभिन्न निष्कर्ष देते रहे हैं। एक यह कि अन्य ग्रहा के समान ही शुक्र तथा बुध ग्रह सूर्य के चारा और घूमते हैं—यह ऐसी सच्चाई है जो पाइथोगोरस के अनुयायियों, कार्पनिकस और केप्लर को मान्य है, पर जो कभी भी इन्द्रियो द्वारा सिद्ध नहीं की जा सकी। पर शुक्र और बुध ग्रहों के उदाहरण से अब वह सिद्ध हो चुकी है।

जून 1611 ई में गैलीलियो ने सूर्य के धब्बों की खोज की। उसने खतरा उठाकर दूरदर्शक से सूर्य का निरीक्षण किया जिममें सावधानी न बरतने पर श्मधे होने का डर था। इसके लिए उसने सूर्य के प्रतिबिम्ब को नेत्रिका के पीछे सफेद परदे पर देखा या फिर इसके लिए विशेष नेत्रिकाओं का प्रयोग किया। गैलीलियो का पहली विधि पसन्द थी, यह भी हो सकता है कि उसे दूसरी विधि ज्ञात ही न हो यद्यपि वह कभी सूर्य का निरीक्षण तब करता था जब उसकी चमक कम होती थी।

उसे जल्दी पता लग गया कि ये धब्बे सूर्य के ही अंश हैं और उनकी गति से उसने यह अनुमान भी लगा लिया कि सूर्य तीस दिनों में एक घूणन पूरा करता है। क्योंकि सूर्य घूणन के समय उनका आकार और परस्पर स्थिति बदल जाती थी इसलिए गैलीलियो ने उन्हें सूर्य वातावरण के बादल मान लिया। उमके मुख्य निष्कर्ष सही थे, लेकिन आज हम इन्हें सूर्य की सतह की गरम गैस के बबुडर मानते हैं, जैसा कि गरम सलाख का पानी में डालने से हाता है।

गैलीलियो की खोजों की बढ़ती हुई सूची के साथ साथ उसकी प्रसिद्धि भी बढ़ती गई। उसकी खोजों का सम्पाचार सारे युरोप में फैल गया और

हर स्थान के लोग आकाश-मंडल की घटनाओं को देखने के लिए लालायित होकर स्वयं भी दूरदशक बनाने की सोचने लगे ।

उसकी असली मुसीबतें 1616 से शुरू होती हैं । अभी तक गैलीलियो दूरदशक द्वारा की गई खोजों को अपने तक तथा व्यग्य से पुष्ट करता रहा था और विरोधियों के असगत तर्कों को काटने में भी उसे कोई विशेष कठिनाई नहीं होती थी । लेकिन यह बात ज्यादा दिन न चल सकी और प्रभावशाली क्षेत्रों में उसके कई दुश्मन बन गए । लेकिन इसके बाद भी वह अभी सुरक्षित था । वह पिछले ही वर्ष रोम गया था, तब पोप पाल पचम ने उसका हार्दिक स्वागत किया था और वह पोप की सभा के कई अन्य सदस्यों से भी मिला था जिनमें वारवेरिनी भी था जो शीघ्र ही पोप अर्बन अष्टम बनने वाला था ।

लेकिन जब वह कार्पनिकस सिद्धान्त का खुले-आम समर्थक हो गया और उसने पृथ्वी को ब्रह्मांड के केन्द्र से विस्थापित कर दिया और पृथ्वी को भी सूर्य के चारों ओर चक्कर काटने वाला ग्रह मात्र सिद्ध कर दिया तब उसके शत्रुओं ने चर्च को उसके विरुद्ध कायवाही करने के लिए तैयार कर लिया । 1616 ई. में उसे चेतावनी दी गई कि वह यह मानना बन्द कर दे कि सूर्य ही ब्रह्मांड का स्थिर केन्द्र है और पृथ्वी अपने अक्ष पर घूमती हुई सूर्य के चारों ओर घूमती है । गैलीलियो के विचार भूठ और ऊलजलूल करार दे दिए गए । पृथ्वी की गति की धारणा अधिक-से अधिक एक सुविधाजनक गणितीय साधन हो सकती है, और कुछ नहीं ।

आगामी वर्षों में गैलीलियो ने अपनी खोजों और आलोचनाओं को अरस्तू के भौतिकी के सिद्धान्तों तक सीमित कर लिया । उसने कई बार सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड के कार्पनिकस के सिद्धान्त को सिद्ध करने की आज्ञा लेनी चाही और पोप अर्बन से 1616 ई. का आदेश वापस लेने की प्रार्थना की । 1623 ई. में उसने एक पुस्तक 'डिस्कवरी' नाम में प्रकाशित करवाई । इसमें उसने बहुत ही सूक्ष्म स्तर पर कार्पनिकस के सिद्धान्तों का पक्ष लिया है और वैज्ञानिक तर्क तथा प्रयोगों के सिद्धान्त की चर्चा की है । उसने यह भी लिखा है कि वैज्ञानिक का कर्तव्य है कि वह किसी चीज को अंतिम न माने ।

1632 में उसने अपनी पुस्तक 'डायलॉग ऑन टू प्रिंसिपल वर्ल्ड सिस्टम्स' में और भी आगे की बातें कही हैं । इसमें उसने अरस्तू के गति

और भौतिकी के सिद्धान्तों का खण्डन किया है तथा कापनिकस के सिद्धान्तों का उसी जोर और चतुरता से ममथन किया है। इस पुस्तक में अरस्तूवाद, कापनिकसवादी और एक आम छात्रों के बीच वार्तालाप दिखाया है। पर चर्चा के अधिकारियों की नजर से इसका मूल उद्देश्य छिपा न रहा। अगस्त में पुस्तक जप्त कर ली गई और गनीलियों को राम जाने का आदेश दे दिया गया। फरवरी 1633 में वह वहाँ पहुँचा और उस पर मुद्दमा चलाया गया। लम्बी कायवाही के बाद उसे अपराधी घोषित करते हुए 22 जून 1633 को सजा सुना दी गई। इस समय उसकी आयु 70 वर्ष की थी तथा उसका स्वास्थ्य भी अच्छा नहीं रहता था। मानसिक क्लेश से वह अलग परेशान था। उसे यज्ञ की धमकी देते हुए कापनिकस के सिद्धान्तों को अस्वीकार करने के लिए विवश किया गया। यहाँ एक कथा प्रसिद्ध है, जो सम्भवतः सत्य नहीं है, कि उठते समय उसने पृथ्वी के बारे में कहा, 'फिर भी यह धूमती है।' तब उसे फ्लोरेस के निक्ट उसीके घर में अनिश्चित काल के लिए कारावास का दण्ड दे दिया गया।

उसने अपने जीवन के अंतिम नौ वर्षों में, लगातार बिगड़ते हुए स्वास्थ्य और अंधे हो जाने पर भी, वैज्ञानिक खोजों को जारी रखा। अपने एक मित्र को उसने लिखा था 'आह, आपका दोस्त और सेवक गैलीलियो पिछले महीने अंधा हो गया। अतः यह आकाश, यह पृथ्वी, यह ब्रह्मांड मेरे लिए ये मात्र शारीरिक संवेदन बनकर रह गए हैं।'

उसकी अंतिम पुस्तक 'डायलॉग कसिंग टू न्यू साइसेज' गति विज्ञान पर लिखा गया एक शोध-निबंध है जिस पर आधुनिक भौतिकी की नींव रखी गई है।

उसकी मृत्यु 1642 में हुई और उसकी कब्र पर स्मारक बनाने के लिए उसके मित्रों को मना कर दिया गया। कापनिकस के सिद्धान्त चर्चा द्वारा अब भी अस्वीकार किए जाने थे और आगामी कई वर्षों तक अस्वीकृत रहे। लेकिन विज्ञान की लहर को पीछे नहीं धकेला जा सकता। अब और भी ज्यादा लोग बड़े और बेहतर दूरदर्शकों के द्वारा गैलीलियो के पर्दाचलनों पर चलने लगे तथा उसकी खोजों की पुष्टि तथा विकास करते रहे जिससे यह सिद्ध हो गया कि वह व्यक्ति जिसने पृथ्वी को चलाया था अतः विजयी हुआ।

अव्यवस्था से सुव्यवस्था

जिस वष गैलीलियो की मृत्यु हुई, उसी वष क्रिसमस के दिन वूल्स्ट्याप (इगलैड) के एक जागीरदार के घर एक बच्चे का जन्म हुआ जिसके भाग्य मे दुनिया का शायद सबसे बडा वैज्ञानिक होना लिखा था। इस बच्चे का नाम था आइजक न्यूटन।

आधुनिक दुनिया के लिए न्यूटन का ऋण अनुमान से बाहर है। गणित, प्रकाश विज्ञान, ज्योतिर्विज्ञान और गति-विज्ञान के क्षेत्र मे उसकी महत्वपूर्ण खोजो ने आज की स्थिति और विचारो को इतना प्रभावित किया हुआ है कि प्रसिद्ध गणितज्ञ लागरेज ने यहा तक लिखा है, 'न्यूटन-जैसा प्रतिभाशाली व्यक्ति आज तक पैदा नही हुआ। महान् ज्योतिर्विद लैपलाम ने, जो स्वयं भी असीम प्रतिभाशाली था, कहा है कि न्यूटन का वृहत् ग्रथ 'फिलासोफिया नेचुरलिस प्रिंसिपिया मैथेमेटिका, जिसे संक्षेप मे 'प्रिंसिपिया' कहा जाता है, मानवीय प्रतिभा की किसी भी रचना से सर्वश्रेष्ठ है। न्यूटन के प्रति ऐसे उद्गार प्रकट करने वालो की सूची बडी लम्बी है, इनमे लेवनीज, गॉस, वाल्ट्जमन, माख, आइस्टाइन जैसे व्यक्ति भी है जिन्होने वैज्ञानिक क्षेत्र मे स्वयं भी कई महत्वपूर्ण खोजों की हैं, उन्होने न्यूटन को निस्संदेह चरम प्रतिभा का धनी कहा है।

हमारी वर्तमान दुनिया आज भी अपने दृष्टिकोण मे न्यूटनवादी है। ज्योतिर्विज्ञान मे उसके द्वारा प्रयुक्त गति और गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियम आज भी मान्य है और इन्ही नियमो के आधार पर अंतरिक्षयात्री गगारिन, तितोव, ग्लैन, कारपेंटर अपनी जान की बाजी लगाने को तैयार हो गए थे। ज्योतिर्विज्ञान की आधुनिक दो शाखाएँ खगोलीय यांत्रिकी और स्पेक्ट्रम विज्ञान (प्रकाश रंगो से उत्पन्न सात रंगो का अध्ययन करने वाला विज्ञान) न्यूटन की खोजो पर ही आधारित हैं जबकि न्यूटन द्वारा अन्वेषित अवकल

गणित और समाकलन गणित से वैज्ञानिकों की ऐसी समस्याओं का समाधान प्रस्तुत हुआ है जिनका हल न्यूटन के समय तक लोगों को नहीं मालूम था।

न्यूटन वस्तुतः एक ऐसे व्यक्ति की तरह था जो, किसी प्रघेरे कमर में मोमबत्तियों की मध्यम रोशनी में पेचीदा मशीनों को समझने की कोशिश में लगे हुए लोगों को न केवल प्रकाश दिखाता है बल्कि हरेक चीज का स्पष्टीकरण भी कर देता है। इससे मशीनों की विधि का रहस्य खुल जाता है और फिर उनकी समस्याओं का सहज हल भी मिल जाता है।

न्यूटन का जीवन स्वभावतः तीन भागों में बाँटा जा सकता है—जीवन के पहले बाईस वर्ष जब उसने विश्वविद्यालय से स्नातक की उपाधि प्राप्त की, इसके बाद के बाईस वर्ष जिसमें उसने महान खोजें की तथा उन्हें प्रकाशित किया और अन्तिम चालीस वर्ष जबकि उसकी मुख्य जिम्मेदारी दफ्तर से सम्बन्धित कार्य था तथा जिस अवधि में उसने अपनी पहली कुछ खोजों को आगे बढ़ाया।

न्यूटन के बाल्यजीवन के बारे में बहुत कम जानकारी प्राप्त है। वह अपने पिता के बारे में कुछ नहीं जानता था क्योंकि जन्म से कुछ महीने पूर्व ही उनकी मृत्यु हो गई थी। यह भावी ज्योतिर्विद् जन्म के समय इतना छोटा था कि उसकी माता कहा करती, 'मैं उसे तीन पाव के मग में बिठा सकती हूँ।' वह इतना कमजोर था कि उसके जीने की कोई आशा नहीं थी। स्वयं के तथा विज्ञान के भविष्य के लिए वह इतना भाग्यशाली निम्न हुआ कि शीघ्र ही उसकी यह कमजोरी दूर हो गयी।

बारह वर्ष की आयु में उसे प्रथम के एक स्कूल में भेजा गया। एक कहानी के अनुसार उसमें प्रतिभा-स्फुरण के चिह्न तब तक उद्भूत नहीं हुए जब तक उसकी एक उद्दण्ड लड़के से मुठभेड़ नहीं हुई। उसकी विजय ने उसे इतना उत्तेजित कर दिया कि उसने लगन से अध्ययन करना प्रारम्भ कर दिया और वह स्कूल का प्रधान बन गया। गैलीलियो की भाँति उस मशीनों का निर्माण करने में मग्न था सासतौर पर जलपट्टी और पूरपट्टी बनाने में! सम्भवतः ज्योतिर्विज्ञान से उसका पहला परिचय पूरपट्टी की कीमा की छाया का निरीक्षण करते हुआ था।

षोडश वर्ष की आयु में उसने गौनेले पिता का दहान्न हों गया और

उसकी माँ ने उसे बुला भेजा। इस विचार से वह कुछ वर्षों तक घर रहा कि सम्भवतः वह भी अपने पूज्यों की भाँति एक किसान बन जाएगा। उसके चाचा ने यह समझते हुए कि उसकी खेतीबाड़ी में कोई रुचि नहीं है उसे कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी के निमित्त सुयोग्य बनाने के लिए वापस ग्रैंथम भेज दिया। 1661 में वह ट्रिनिटी कालेज, कैम्ब्रिज में प्रविष्ट हुआ, जहाँ उसने गणित का अध्ययन किया।

यहाँ तक हमें साधारण से कुछ अधिक योग्यता रखने वाले व्यक्ति का परिचय मिलता है। मानव मस्तिष्क इस ग्रह का अन्तिम अविह्वित प्रदेश है और जब तक हमें इसकी कायप्रणाली के सम्बन्ध में और अधिक जानकारी नहीं प्राप्त हो जाती तब तक हमारे लिए यह अज्ञान का विषय रहेगा कि क्यों कुछ प्रतिभासम्पन्न व्यक्ति बाल्यकाल से ही प्रखर बुद्धि होते हैं और कुछ इसके अपवाद रूप लडकपन के पश्चात्, अकस्मात् ही नए तारों की भाँति प्रभा से देदीप्यमान हो उठते हैं। न्यूटन की प्रतिभा का उन्मेष बाईस या तेईस वर्ष की अवस्था में हुआ। इस समय वह यूक्लिड की 'ज्यामिति के तत्त्व' नामक पुस्तक का अध्ययन करने में व्यस्त था, जिसे उसने 'साधारण' की सजा से अभिहित किया। इसके साथ ही वह देकार्त की 'ज्यामिति' पुस्तक का अध्ययन भी कर रहा था, जिसे समझने में उसे पर्याप्त कठिनाई का सामना करना पड़ा। कुछ ऐसी रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं जो मात्र अथ रासायनिक पदार्थों के सान्निध्य में ही घटित होती हैं, जबकि वे रासायनिक पदार्थ स्वयं अपरिवर्तित रहते हैं। रासायनवेत्ता ऐसे रासायनिक पदार्थों को उत्प्रेरक कहते हैं। यूक्लिड, देकार्त प्रभृति गणितज्ञों के मूल ग्रन्थों ने न्यूटन की महान मानसिक शक्तियों को जागृत करने में उत्प्रेरक का कार्य किया। सन् 1665 तक असदिग्ध रूप से न्यूटन की गणित सम्बन्धी बहुत-सी खोजें हो चुकी थीं। इसी वर्ष सावभौम गुरुत्वाकर्षण का विचार उसके दिमाग में कौंधा।

और इसी वर्ष मृत्यु भयकर प्लेग का आकार धारण कर इंग्लैंड में फैल गया। इस आतंककारी महामारी के कारण लंदन और उसके आस-पास के जिले सशस्त हो उठे और उनकी जनसंख्या अल्प होती गयी। राहगीरों को काली मौत की उपस्थिति से सतक करने के लिए शहर के सैकड़ों दरवाजों

पर आस का चिह्न बना दिया गया। सकरी, तग, चकत्ते लगी टेडी-मेडी गलियां को, मुर्दे ढोने वाली गाडी की आवाज, 'अपने मुर्दे लाओ !' की चीख में भर देती।

सक्रमण (छुआछूत) के भय से कम्ब्रिज विश्वविद्यालय को बन्द कर दिया गया। न्यूटन ब्रूक्सथाप लौट गया जहाँ वह 1667 तक, यूनिवर्सिटी दुबारा खुलने के अठारह माह तक, रहा। यहाँ अपने जन्म-स्थान पर, गहन मनन व लम्बी चुप्पी और शान्ति के लिए पर्याप्त सुविधा होने पर, उसने ज्योतिर्विज्ञान, गणित और प्रकाश विज्ञान के क्षेत्र में ऐसी महत्वपूर्ण खोज की जिनके कारण सम्पूर्ण मानव-जाति का दृष्टिकोण (भाग) परिवर्तित हो गया। कम्ब्रिज वापिस लौटने पर उसने अपने इन अनुसन्धानों के मूलभूत विचारों पर विचक्षण ढग से काय करना प्रारम्भ कर दिया।

प्रकाश-विज्ञान और गणित में अपने किए हुए अन्वेषणों की सूची बनाते हुए, ब्रूक्सथाप में व्यतीत किए दिनों की स्मृति में न्यूटन ने लिखा "और इसी वष मैंने चन्द्रमा की परिधि पर गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव पर विचार करना प्रारम्भ कर दिया था। यह जान लेने के पश्चात् कि किस भाँति उस बल (force) का अनुमान लगाया जा सकता है जिससे घेरे के भीतर घूमता हुआ ग्लोब अपनी सतह को दबाता है मैंने केप्लर के ग्रहों के आवर्ती समयों के नियमानुसार यह निष्कर्ष निकाला कि वे बल, जो ग्रहों को उनके घेरे के अन्दर रखते हैं, उनकी त्रिज्याओं के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं। ग्रहों का आवर्तीकाल उनकी त्रिज्या के सेस्क्वीमाल्टरेट अनुपात में होता है। इस ढग से मैंने पृथ्वी पर पाए जाने वाले गुरुत्वाकर्षण बल की तुलना उस बल से की जो चन्द्रमा को उनकी परिधि में रखने के लिए आवश्यक है, और मैंने ठीक उत्तर पाया। यह सब प्लेग के उन दो वर्षों 1665 और 1666 में हुआ, क्योंकि उन दिनों मैं अन्वेषण करने की अपनी आयु की चरम सीमा पर था, और उा दिना गणित और दर्शन के अध्ययन में मैं पूर्णतः केन्द्रित था जितना उमरे पश्चात् फिर कभी नहीं रहा।"

अब, हमें यह समझने की चेष्टा करनी चाहिए कि इन अन्वेषणों में न्यूटन किम कारण प्रेरित हुआ। उम समय उम सौर मण्डल, गणित और प्रकाश विज्ञान से सम्बन्धित कुछ सभ्यता का ज्ञान था। तब से पचास वष पूर्व

गैलीलियो असदिग्ध रूप से इस तथ्य को सिद्ध कर चुका था कि पृथ्वी एव अन्य ग्रह सूर्य के चारों तरफ घूमते हैं। बृहस्पति के उपग्रहों, चन्द्रमा की पहाड़ियों और सूर्य के धब्बों का पयवेक्षण करने से काफी व्यक्तियों ने अनुमान किया कि तारे, चन्द्रमा, सूर्य उन्हीं तत्वों से निर्मित हैं जिनसे पृथ्वी, और उनमें कोई विशिष्टता नहीं जिससे उन्हें दिव्य की सजा दी जा सके। महान ज्योतिर्विद् केप्लर ने ग्रहों की कक्षा से सम्बन्धित तीन नियमों को विदित किया था जो न्यूटन को ज्ञात थे।

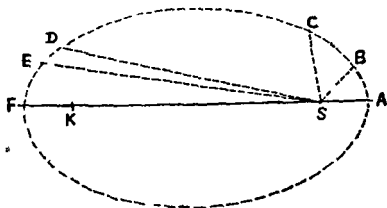
प्रथम नियमानुसार किसी भी ग्रह की कक्षा एक दीघवृत्त (ellipse) होती है जिसका एक फोकस (focus) सूर्य पर होता है। इस नियम से सूर्य के निकट ग्रहपथ का आकार ज्ञात हो जाता है। जब माली दीघवृत्ताकार फूलों की बगारी बनाना चाहता है तो वह पृथ्वी में कुछ दूरी पर दो कीले गाड़ देता है। दोनों कीलों के सिरो पर वह एक ढीला सूत्र बाध देता है फिर एक डण्डे से उस सूत्र को कडा कर देता है और सूत्र को कडा रखते हुए डण्डे को कीलों के आस-पास घुमाता है। इस तीसरे डण्डे के घुमाने से जो वक्र-रेखा बनती है उसे दीघवृत्त कहते हैं। जमीन में गाड़े दो डण्डों की स्थिति को 'foci' कहते हैं, उनको जितना एक-दूसरे के समीप गाड़ा जाएगा, दीघवृत्त उतना ही वृत्त (circle) की आकृति के निकटतर होता जाएगा। दो पिन, थोड़े से सूत्र और पेसिल के साथ, आप स्वयं इसे करके देख सकते हैं।

कई वर्षों तक मंगल ग्रह के पथ का निरीक्षण करने के पश्चात् केप्लर ने इस प्रथम नियम का ज्ञान प्राप्त किया। बहुत-से ग्रहों की कक्षाएँ लगभग वृत्ताकार मालूम पड़ती हैं किन्तु सही पयवेक्षण से स्पष्ट हो जाता है कि उनकी आकृतियाँ वास्तव में विभिन्न अक्षों की विषमता (eccentricity) (अर्थात् वृत्त से भ्रलगाव) रखने वाले दीघवृत्त हैं। यह सौभाग्य की बात है कि केप्लर ने मंगल ग्रह के पथ का निरीक्षण किया जोकि असामान्य रूप से दीघवृत्ताकार है।

दूसरा नियम नक्षत्र के अपनी कक्षा में घूमने के ढग की व्याख्या करता है। इसके अनुसार रेडियस वेक्टर (radius vector) (वह रेखा जो ग्रह को सूर्य से सम्बद्ध करती है) समान क्षेत्रों को समान समय में पार

कर लेती है।

चित्र में सूर्य S दीर्घवृत्त के एक फोकस पर है, दूसरा फोकस K है। जब A पर ग्रह के सूर्य के अत्यधिक निकट होने पर उसे परिसूर्यक (perihelion) पर कहा जाता है और F पर जब वह सूर्य से अत्यंत दूरी पर होता है तब उसे सूर्योच्च (aphelion) पर कहा जाता है। केप्लर के दूसरे नियम को सिद्ध करने के लिए यदि रेडियस वेक्टर SB, SC, SD और SE, जो ग्रह की चार अवस्थितियों के सम्बन्ध में जानकारी देती है, ऐसी हो कि क्षेत्रफल SBC क्षेत्रफल SDE के बराबर हो तब B और C के मध्य ग्रह का व्यतीत किया समय असादिग्ध रूप से D और E के मध्य व्यतीत किए समय के बराबर होगा। लेकिन SB और SC रेखाएँ SD



और SE रेखाओं में छोटी है इसलिए दो क्षेत्रफलों के बराबर होने के लिए परिधि खंड (arc) BC को परिधि खंड (arc) DE से बड़ा होना चाहिए। इसलिए ग्रह की गति D और E के मध्य की अपेक्षा B और C की कक्षा में अधिक होगी। परिसूर्यक पर जहाँ रेडियस वेक्टर छोटी है ग्रह तेजी से घूमेगा और सूर्योच्च पर उसकी गति धीमी होगी। उदाहरणतः मंगल ग्रह का परिसूर्यक वेग (perihelion velocity) 16.4 मील प्रति सेकंड है और सूर्योच्च वेग (aphelion velocity) 13.6 मील प्रति सेकंड है।

इन दो नियमों को ज्ञात करने के लिए कुछ वर्षों के पश्चात् केप्लर ने सभी ग्रहों की कक्षाओं से सम्बन्धित एक तीसरा नियम खोजा। जितना समय एक ग्रह अपनी कक्षा के साथ भ्रमण करता हुआ परिसूर्यक से दुबारा

परिसूर्यक पर पहुँचने में लेता है, उसे परिभ्रमण का आवृत्ति-काल कहते हैं। यह समय सभी ग्रहों के लिए अलग-अलग होता है। पृथ्वी के सदृश में यह अवधि एक वर्ष की है जबकि यमग्रह के सदृश में 248 वर्षों की। दीर्घवृत्त कक्षा में परिसूर्यक से सूर्योच्च की दूरी को प्रधान अक्षरेखा (major axis) कहा जाता है। इसके अतिरिक्त केप्लर ने यह भी ज्ञात किया कि ग्रहों के आवृत्ति-काल के वर्ग उनकी प्रधान अक्षरेखाओं के घनों (cubes) के अनुपात में होते हैं।

काय प्रारम्भ करने के लिए न्यूटन के पास यह तीन सम्यक् नियम थे। जेरेमीह होरोकस नामक नवयुवक द्वारा विज्ञात किए इस तथ्य के सम्बन्ध में भी, कि चन्द्रमा पहले दोनों नियमों का पूर्णतः पालन करता है, उसे मान्य था। इसके अतिरिक्त गैलीलियो के प्रयोगों द्वारा वह स्वतन्त्र रूप से पृथ्वी के तल पर गिरती वस्तुओं के त्वरण के महत्व को जान चुका था।

अन्य अनुसंधानकर्त्ताओं को भी इन बातों के सम्बन्ध में जानकारी थी। वे इस प्रश्न का समाधान ढूँढ रहे थे कि 'वह कौनसी वस्तु है जो ग्रहों को सूर्य के चारों तरफ उनकी कक्षा में और चन्द्रमा को पृथ्वी के चारों तरफ उसकी कक्षा में कायम रखती है?' केप्लर ने इस जिज्ञासा का आशिक समाधान प्रस्तुत किया था। गुरुत्वाकर्षण को उसने 'सगोत्री वस्तुओं की एक-दूसरे से मिलने और पाने की प्रवृत्ति' कहकर परिभाषित किया। उसने गुरुत्वाकर्षण की तुलना चुम्बकत्व से की और मात्र इतना ही सुझाव दिया कि ग्रह अपनी कक्षा के भीतर किसी भाँति के बल द्वारा धकेल दिए जाते हैं। अन्य व्यक्तियों में एक अग्रज वैज्ञानिक 'हुक' ने अनुमान लगाया कि यह बल के द्वीय सत्ता, जोकि रेडियस वेक्टर के साथ परिचालित (धूमती है) होती है, के आकर्षण के परिणामस्वरूप उत्पन्न होता होगा जैसे कि रस्सी के एक सिरे पर बधा पत्थर सिर के ऊपर घुमाने पर भी तनाव के कारण नहीं गिरता।

इस तथ्य के अन्वेषकों में से किसी को भी सही स्पष्टीकरण प्राप्त नहीं हुआ। इसके अतिरिक्त यदि किसी ने इस समस्या का समाधान पाया भी तो उसमें अपने हल द्वारा सभी तथ्यों का स्पष्टीकरण करने की क्षमता नहीं थी। उनके पास गणित के आवश्यक उपकरण नहीं थे। साधारणतः अधिकतर

व्यक्तियों का इन समस्याओं का समाधान ढूँढने का ढग गलत था ।

जैसा कि हमने देखा न्यूटन ने न केवल उचित स्पष्टीकरण खोजा बल्कि अबकल गणित और समाकलन गणित का आविष्कार किया जोकि एक ऐसा गणितीय उपकरण है जिसका ज्ञान प्राप्त कर कोई भी प्रकृति के सापेक्ष दिए अपने स्पष्टीकरणों की जाँच कर सकता है । उसने ऐसे वैज्ञानिक नियमों की खोज की जिनके द्वारा गणना की जा सके । तब वह इन नियमों को अकगणित के ढग से दूरी, गति इत्यादि की गणना करने के लिए प्रयुक्त करता था, यदि परिणाम उसके पयवेक्षण द्वारा प्राप्त नियमों के अनुरूप होते तो वह उन्हें मान लेता अन्यथा वह ऐसे नियमों में अटके रहने की अपेक्षा अय नियमों को प्रयुक्त करता ।

श्रुति अनुसार एक दिन जब वह वूल्सथाप की वाटिका में बैठा था तब उसने एक सेब को पृथ्वी पर गिरते हुए देखा । चिकित्सक और पुरातत्वान्वेषी न्यूटन के मित्र सोत्क्ले के मतानुसार, इस प्रतिभासम्पन्न वैज्ञानिक ने सेब के पृथ्वी पर गिरने के कारण पर मनन किया और इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि पृथ्वी ने उसे अपने केन्द्र की ओर आकर्षित किया है, यदि एक पदाथ दूसरे पदाथ को आकर्षित करता है तो यह पदाथ के परिमाण के समानुपाती बल के साथ होना चाहिए, इसलिए सेब ने स्वयं पृथ्वी को अपनी ओर आकर्षित किया । उसने इस विषय पर चिंतन करना आरम्भ कर दिया । क्या गुरुत्वाकर्षण बल (force of gravity) सम्पूर्ण विश्व में क्रियारत है, क्या चन्द्रमा पृथ्वी की आकर्षण शक्ति के कारण अपनी कक्षा में कायम है जबकि अय ग्रह सूर्य के चारों तरफ सूर्य के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के प्रभाव के अन्तर्गत घूमते हैं । केप्लर के नियमों का उपयोग करते हुए उसने ग्रहों को उनकी कक्षाओं में स्थित रखने के लिए अपेक्षित बल का अनुकलन करना प्रारम्भ किया और पाया कि प्रत्येक नक्षत्र के ऊपर बल को दूरी के बग के व्युत्क्रमानुपात में सूर्य की दिशा में क्रियावित होना पडता है । तब उसने गुरुत्वाकर्षण के नियमों को चन्द्रमा पर प्रयुक्त किया । गैलीलियो के कार्यानुसार उसे ज्ञात था कि पृथ्वी के तल की कुछ फुट दूरी से कोई भी वस्तु पहले सेकंड में मोलह फुट नीचे गिरेगी, इससे वह वस्तु पर पृथ्वी के बल की गणना कर सकता था । उसे चन्द्रमा की दूरी भी ज्ञात थी जा अनुमानानुसार वृत्त

मे पृथ्वी के चारो तरफ घूमता था। पूर्वगणनानुसार वह दूरी पृथ्वी के अर्द्धव्यास से 60 गुना थी। वह अपने गुरुत्वाकर्षण के नियम द्वारा, चन्द्रमा पर पृथ्वी द्वारा डाले गए बल और उसके परिणामस्वरूप वह पृथ्वी की ओर एक सेकंड में जितना गिरेगा, ज्ञात कर सकता था। उसने अपनी गणना को अवेक्षित मान से मिलाया और उनमें अपूर्ण समानता पायी।

अवेक्षित और अनुकलित मानों में अधिक विसंगति नहीं परन्तु न्यूटन के लिए वही पर्याप्त थी। उसने इस गणना को छोड़ दिया और स्वयं को गणित एवं प्रकाश-विज्ञान के अनुसंधानों में व्यस्त कर दिया। कुछ वर्षों पश्चात् फ्रेंच वैज्ञानिक पिकाड के पृथ्वी के अर्द्धव्यास का नया मान प्राप्त करने पर, उसने दुबारा उन गणनाओं को किया। कहा जाता है कि वह इतना अधिक उत्तेजित हो उठा था कि सगणना को समाप्त करने में उसे अपने मित्रों की सहायता लेनी पड़ी। इस बार अवेक्षित एवं अनुकलित मानों में समानता थी। सफलता में उसे काम को आगे बढ़ाने के लिए उत्साहित किया। सम्भव है कि पृथ्वी के अर्द्धव्यास के गलत मान की अपेक्षा इस तथ्य को सिद्ध करने की कठिनाई कि पृथ्वी जैसी वर्तुलाकार वस्तु दूसरी वस्तु को ऐसे आकर्षित करती है जैसे उसका सारा पदार्थ उसके केन्द्र (centre) में सकेन्द्रित हो, इस गणना को पूरा करने में देरी का कारण रही हो। कुछ भी हो यह कार्य पूरा हो गया था और गुरुत्वाकर्षण का नियम ज्योतिर्विज्ञान के साक्ष्य द्वारा प्रमाणित हो चुका था।

यहाँ हम न्यूटन के चरित्र के सबसे विस्मयकारी पक्ष से परिचित होते हैं। स्वयं को सतुष्ट करने के पश्चात् उसने ज्योतिर्विज्ञान के क्षेत्र में नया युगारम्भ करने वाले अन्वेषणों के परिणाम की जानकारी न किसी को दी और न ही उन्हें प्रकाशित कराने के लिए कोई प्रयास किया। बहुत-से आविष्कारक जब तक अपने शोषा को मान्यता प्राप्त सोसायटी जर्नलों (पत्रिकाओं) में लेख रूप में प्रकाशित नहीं करवा लेते, तब तक चैन नहीं लेते। यह भी स्पष्ट है जब तक कोई वैज्ञानिक आविष्कार (तथ्य) प्रकाशित नहीं किए जाते, ताकि वैज्ञानिक ससार उनका उपयोग कर सके, तब तक उसका कोई महत्व नहीं होता।

इन परिणामों को प्रकाशित कराने की न्यूटन की अनिच्छा का असुर

स्पष्टीकरण उसके कैम्ब्रिज लौटने के पश्चात् के कुछ वर्षों की घटनाओं में प्राप्त हो जाना है।

प्रोफेसर आइज़क बॅरो ने उसे उसके अध्ययन में अत्यधिक प्रभावित किया। वे विद्वान वैज्ञानिक, गणितज्ञ, शास्त्रीय अध्येता दृढ़ एवं दुबले-पतले थे। वे तैंतीस वर्ष की आयु के थे जब न्यूटन का उनसे परिचय हुआ। जल्दी ही बॅरो ने न्यूटन की प्रतिभा को पहचान लिया और 1669 में उन्होंने कैम्ब्रिज में गणित के लुकेशियन प्रोफेसर के पद से त्याग पत्र दे दिया ताकि न्यूटन को उसका उत्तराधिकारी चुना जा सके। ऐसा हुआ, जिसके परिणाम-स्वरूप व्याख्यान देने के उपरान्त का सारा समय न्यूटन विज्ञान को दे सकने के लिए स्वतंत्र हो गए।

इस अवधि के बीच उन्होंने नए ढंग के दूरदर्शक का निर्माण किया जिसमें परावर्तक में साधारणतः लगे शीशे के लेंस (glass lens) के स्थान पर दर्पण (mirror) लगा हुआ था। प्रकाश-विज्ञान के अनुसंधानों से उन्हें विश्वास हो गया कि आवतन टेलिस्कोप (Refracting Telescope) के दोषों को दूर नहीं किया जा सकता। उन्हें प्रकाश-विज्ञान पर विभिन्न लेख रॉयल सोसायटी को भेजने के लिए प्रेरित किया गया। इन लेखों की कड़ी आलोचना हुई, खासतौर पर विदेशी दाशनिकों द्वारा। फलतः न्यूटन लम्बे और ऊँचा देने वाले पत्राचार में व्यस्त हो गए जिनमें वे स्वाभाविक शालीनता और सहनशीलता के साथ अपने दृष्टिकोण को स्पष्ट करने का प्रयास करते थे। इसी समय के लगभग उन्होंने रॉयल सोसायटी के सेक्रेटरी ओल्डनबग को लिखा था “मनुष्य को या तो कुछ भी नया अवयव न करने का प्रण करना चाहिए, नहीं तो उसे बचाने के लिए उसका गुलाम बन जाना चाहिए।” इन अनुभवों के कारण उन्होंने सावजनिक जीवन को तिलाजलि दे दी। सिवाय व्याख्यान देने के वे अपना कमरा शायद ही कभी ही छोड़ते थे। अध्ययन में वे इतनी गम्भीरता से जुटे रहते थे कि वे भोजन करना भूल जाते, लापरवाही से कपड़े पहनते, जूत टखनों तक आधे पहने रहते और उनके बाल बिना कधी के रहते, कभी-कभी अपने छोटे बाग में टहलते-टहलते जैसे ही कोई सारगर्भित विचार उनके मस्तिष्क में कौंधता, वे ऊपर अपने कमरे की ओर भागते। वास्तव में वे, अब जिसे भुलवकड



नोट बनाने के लिए कभी-कभी ये सीढ़ियों से ऊपर, अपनी सिर झपूरी
 छोड़कर, नागते थे। यास्तव से वे, जिस धाज मुलककड
 प्रोफेसर कहते हैं, वह बन गए थे।

प्रोफेसर कहते हैं, वह बन गए थे।

भौतिकी एवं ज्योतिर्विज्ञान में किए गए उनके विस्मयजनक अन्वेषण असीमित अवधि के लिए खो जाते यदि उनके मित्र और सहचर एडमंड हैली न होते।

1684 के लगभग सर क्रिस्टोफर रैन और राबर्ट हुक के साथ हैली इस प्रश्न पर विमर्श कर रहे थे कि क्या सौर परिवार में आकर्षण का व्युत्क्रम वग-नियम (Inverse Square Law of Attraction) का परिणाम ग्रहों की गति-सम्बन्धी केपलर के तीनों नियम देगा। रैन ने हुक और हैली को इसका प्रमाण देने के लिए कहा, पर दोनों असफल रहे। हैली कैम्ब्रिज में जाकर न्यूटन से मिले और उन्होंने पूछा कि यदि गुरुत्वाकर्षण बल दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपात में हो तो ग्रह कौनसी वक्र रेखा बनाएंगे। न्यूटन ने अपने मित्र की ओर देखा और कहा, "दीघवृत्त।" हैली के पूछने पर कि वे यह कैसे जानते हैं, उन्होंने कहा कि उन्होंने इसकी गणना की थी किन्तु उनके कागज खो गए हैं। उन्होंने हैली से, सारी सामग्री को पुनः अनुकूलित करके उसे भेजने का वादा किया। वास्तव में उन्होंने उसे दो भिन्न प्रमाण (proofs) भेजे और इससे उन्हें ग्रहों की गति-सम्बन्धी एक छोटी-सी पुस्तक लिखन की प्रेरणा प्राप्त हुई।

'डी मोट्यू' ('गति पर') नामक यह पुस्तक जब हैली ने पढ़ी तो उसने प्रारम्भिक महत्त्व के इन अन्वेषणों को ससार को देने का निश्चय किया। अत्यधिक मजबूर करने पर न्यूटन अपने काय का पूरा विवरण तैयार करने के लिए उद्यत हुए। हैली द्वारा लगातार प्रेरित करने पर आगामी पंद्रह महीनों में उन्होंने 'प्रिंसिपिया' समाप्त की। 1687 में यह प्रकाशित हुई और रॉयल सोसायटी के पास कम चन्द्रा होने पर, हैली ने इसके प्रकाशन के निमित्त धन भी दिया।

यदि गणितज्ञ और ज्योतिर्विद्, अन्वेषक और चिकित्सक एडमंड हैली ने अपने मित्र न्यूटन को 'प्रिंसिपिया' लिखने के लिए उत्तजित और उसके प्रकाशन की व्यवस्था करने के अतिरिक्त जीवन में कुछ भी न किए होते तो भी निस्सन्देह वे मानव-जाति की शाश्वत वृत्तचक्रता के पात्र रहते। इस प्रतिभा-सम्पन्न काय में न्यूटन कुशलता से प्राप्य सभी खगोलीय और भौतिक

परिदृश्यो को छूते हैं, उन्हें व्यवस्थित करते हैं और उनकी व्याख्या करते हैं कि वे कैसे उसके सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण और गति के तीन नियमों का अनुसरण करते हैं, नयी पयवेक्षित सामग्री का निर्देश करते हैं और गणितीय भौतिकी की इतनी गहरी नींव डाल देते हैं कि आने वाली ढाई शताब्दियों के गणितज्ञों, वैज्ञानिकों और ज्योतिर्विदों के अधिकतर अनुसन्धानों का लक्ष्य सगतरूप से उनके सार्वत्रिक सिद्धांत के परिणामों को विस्तार देने का रहता है।

‘प्रिसिपिया’ की कुछ सामग्री निम्नलिखित प्रकार की थी

उन्होंने यह सिद्ध किया कि पृथ्वी जैसा चक्कर लगाने वाला ग्लोब अपने दोनों ध्रुवों पर भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में केन्द्रापसारि बल (centrifugal force) के कारण कुछ चपटा हो जाएगा जिससे उन क्षेत्रों (ध्रुवों) में गुरुत्वाकर्षण बल कम हो जाता है। भूमध्यरेखा पर पदार्थ का यह उभार चन्द्रमा और सूर्य से प्रभावित होगा जिससे पृथ्वी के घूमने की कीली की अग्रगति परिभ्रमित तल की कीली की भांति मद हो जाएगी और कीली शंकु (cone) रेखांकित करेगी। 134 B C में हिपाकस द्वारा विषुव-अयन (Precession of the Equinoxes) की सज्ञा से अभिहित यह व्यापार ज्ञात कर लिया गया था किन्तु ऐसा क्यों होता है, न्यूटन से पूर्व किसी ने इसका स्पष्टीकरण नहीं किया था।

उन्होंने बताया कि गुरुत्वाकर्षण और केप्लर के नियमानुसार ग्रह सूर्य के चारों ओर दीघवृत्त में घूमेगा। अग्र ग्रहों के आकर्षण के प्रभाववश यह दीघवृत्त वर्षों में परिमाण, आकार और दिशा में थोड़ा सा परिवर्तित हो जाएगा। इस ढंग से उन्होंने बृहस्पति और शनि ग्रहों के कक्षा में अब तक हुए अस्पष्ट परिवर्तनों को स्पष्ट किया। उन्होंने यह भी बताया कि एक या उससे अधिक उपग्रहों वाले ग्रहों के पिंडों को कैसे मापा जाए।

चन्द्रमा की कक्षा-सम्बन्धी एक अत्यधिक कठिन समस्या के बारे में, जिसके सम्बन्ध में न्यूटन ने एक बार हैली से कहा, “इसके कारण मेरा सर दब होने लगा, और मैं इतना अधिक अनिद्रित रहा कि मैंने उसके विषय में सोचना बन्द कर दिया।” वे यह सिद्ध कर सके कि पृथ्वी के चारों ओर घूमने में चन्द्रमा में जो व्यतिक्रम पाया जाता है उसका कारण सूर्य का आकर्षण

है। उन्होंने कुछ का निर्देश किया जिन्हें बाद में निरीक्षण द्वारा सही प गया।

उन्होंने यह प्रमाणित कर दिखाया कि यदि किसी प्रक्षेप्य को पहाड़ के शिखर से काफी वेग के साथ फेंका जाए तो वह पृथ्वी के चारों ओर वृत्त या दीर्घवृत्त बनाता हुआ पहाड़ी पर लौट आएगा। वहाँ टक्कर न होने पर वह पृथ्वी के चारों ओर अनन्त काल तक घूमता रहेगा। दूसरे शब्दों में तीन सौ वर्ष पूर्व, जब कि न्यूटनीय विज्ञान प्रथम कृत् उपग्रह को कक्षा में फेंकने जितनी प्रगति कर पाया, आइज़क न्यूटन ने इस सभावना का निर्देश कर दिया था।

उन्होंने ज्वारभाटा की क्रिया को गुरुत्वाकर्षण नियम का अतिरिक्त परिणाम बताकर, इस विषय पर समस्त आधुनिक शोध की नींव डाली और उसे स्पष्ट किया। उन्होंने सिद्ध किया कि धूमकेतुओं की कक्षाएँ इसी नियम के अधीन हैं और उनके मार्ग को अनुकूलित करने की प्रणाली भी बताई।

इसके अतिरिक्त पुस्तक में द्रव्य-गति की अनेक समस्याओं का समाधान, बहुत-से विचक्षण प्रयोगों का आकलन, कलन के सिद्धान्त तथा अन्य मेधावी अनुसन्धान सम्मिलित हैं।

अलेक्जेंडर पोप की इस लघु कविता की कल्पनाशीलता का अब बोधन सहज ही हो जाता है

प्रकृति और प्रकृति के नियम रात्रि के अंधकार में बिलीन थे,
ईश्वर ने कहा, 'सूटन हो,' और सभी कुछ ज्योतिरित हो उठा।

कहा जाता है जब 'प्रिंसिपिया' का प्रकाशन हुआ तब केवलमात्र आधा दर्जन जीवित व्यक्ति थे जो वास्तव में उसका अर्थ ग्रहण कर सकते थे। सम्भवतः काफी व्यक्तियों ने जब उस पुस्तक को खरीदा—यह दस या बारह शिलिंग की थी—तब उन्होंने अनुभव किया कि यह विज्ञान में मौलिक का पत्थर है। वे कदाचित् ही इस बात का अनुमान लगा सकते थे कि इस पुस्तक के प्रकाशन से साधारणतः आधुनिक वैज्ञानिक सत्कार और विशेष रूप से आधुनिक ज्योतिर्विज्ञान का प्रारम्भ हुआ।

जैसे ही पुस्तक का अर्थबोधन अधिक होने लगा, 'सूटन की ख्याति,

जो पहले ही अत्यधिक थी और बढ़ गयी। यूरोप-भर में उनका यश फैल गया। यह प्रसन्नता की बात है कि उनके देश के नागरिक उन्हें प्राप्त करने योग्य थे। 1688 में वे कैम्ब्रिज के एम पी निर्वाचित हुए। 1696 में उन्हें मिंट का वार्डन नियुक्त किया गया, जिससे उनकी पदोन्नति 1699 में मिंट के प्रधान के रूप में हुई। इस पद पर उन्होंने अपनी महान मेधा का उपयोग इंग्लैंड की आर्थिक व्यवस्था को व्यवस्थित करने में किया जो उस समय धन की कमी तथा अन्य दोषों के कारण अत्यन्त ही बुरी दशा में थी। इस कार्य को अत्यन्त सुचारुता से निवाहते हुए भी वे वैज्ञानिक कार्यों में सलग्न रहने का समय निकाल लिया करते। 1703 में वे रॉयल सोसायटी के प्रेसीडेंट निर्वाचित हुए, इस पद पर वे मृत्युपर्यन्त रहे। 'ऑप्टिक्स' के प्रकाशन के वर्ष-भर पश्चात् सन् 1705 में इन्हें 'नाइट' की उपाधि दी गयी।

यूटन की विनम्रता और नैसर्गिक विनय को अभिलिखित करना भी ब्राह्मण का विषय है। "यदि मैं अन्य व्यक्तियों की अपेक्षा दूर तक देख सका हूँ, तो उसका कारण है, क्योंकि मैं बृहद् प्रतिभाओं के कंधों पर खड़ा रहा हूँ।" उन्होंने एक बार कहा, निस्संदेह अन्य व्यक्तियों में गैलीलियो, केप्लर और देकार्त को भी सम्मिलित किया गया है। और जब वे एक वृद्ध व्यक्ति थे तब उन्होंने कहा "मैं नहीं जानता ससार को मैं क्या प्रतीत होऊँगा, किन्तु स्वयं को मैं समुद्र के किनारे खेलते एक बालक के समान लगता हूँ, जो कभी-कभी साधारण से अधिक चिक्ने और चमकदार पत्थर एवं सीपी खोजने के लिए अपना ध्यान बाँटता है, जबकि सत्य का अगाध जलधि मेरे सम्मुख अनवेपित पड़ा है।"

उनका देहान्त सन् 1727 में हुआ। राष्ट्रीय हीरो के उपयुक्त उनकी अत्येष्टि किया हुई। उनका शव इंग्लैंड के लार्ड हार्डि चांसलर, दो ड्यूको तथा तीन सामन्तों द्वारा वेस्टमिन्स्टर ऐबी के अन्तिम विश्राम-मण्डप पर ले जाया गया।

अन्तरिक्ष से एक आगन्तुक

अठारहवीं शताब्दी के आरम्भ में मनुष्य रात्रि में नभ के परिवर्तित होते गोचर दृश्यों को नयी अन्तर्दृष्टि से देख सकता था ।

सुदूर स्वर्ग के पार, नभमण्डल में टिमटिमाते हीरो की भाँति बिसरे हुए तारे अभी भी पूर्व में उदय होते और ऊपर आकाश में बहुत बड़े परिधि खण्डों में चढ़कर पश्चिम में चले जाते या ध्रुव तारे के इर्द-गिर्द अपना रात्रि-वृत्त बना लेते । उनकी प्रत्यक्ष गति मात्र पृथ्वी ग्रह के अपनी घुरी पर दिन में एक बार घूमने का परावर्तन थी, वह घुरी जो ध्रुव तारे के प्रति सन्निकट पड़ोस की ओर इंगित करती थी । अभी तक मात्र इतना ज्ञात था कि तारे एक स्थिर पारदशक स्फटिक पिंड पर जड़े हुए हैं ।

इस पृष्ठभूमि पर ग्रह सावधानी से विचरण करते, ठीक समय पर राम, बँल, जुड़वाँ इत्यादि अपने सुपरिचित ग्रहों के समूह में प्रवेश करते और कभी-कभी कुछ समय के लिए बड़े-बड़े फंदों (loops), जो कि कॉपेनिकस के अनुसार सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की वार्षिक गति के परावर्तन थे, में अपने पदचिह्नों पर वापिस लौट जाते । अत्यंत अच्छे ढंग से निर्मित टेलिस्कोपों में उन्हे मटलकों पर चिह्न दिखाई देते जबकि बड़े ग्रहों, गृहस्पति और वनि के अपने चंद्रमा-सत्त्वों से, चार पहले के और पाँच दूरे के । चंद्रमा के बीच में था जान में कभी-कभी सूर्य की रोगनी आच्छादित हो जाती, इससे पृथ्वी की प्रतिच्छाया के शत्रु में पृथ्वी या चंद्रमा का ग्रहण लग जाता, जब कि आज ऐसी घटनाओं का निरूपण विश्वास के साथ किया जा सकता है ।

गैलीलियो, केप्लर प्रभृति व्यक्तियों द्वारा कष्ट से संचालित पर्यवेक्षणों का उपयोग द्वारा 'पूटा' के मेघावी अनुसंधानों ने ध्रुव अक्षवर्षा से गुच्छराया का प्रतिष्ठापन कर दिया था और सूर्य, चंद्रमा तथा पृथ्वी मध्ये अन्य तारों को गावभीम गुच्छरायण का नियम का अनुगामी गिद्ध कर दिया

था। निस्सदेह शताब्दियों का काय अभी शेष था जिससे इन आकाश-पिंडों की अवेक्षित गति पर छुपे हुए या अक्सर अप्रत्यक्ष रूप से गुरुत्वाकर्षण का प्रभाव पड़ता है, यह सिद्ध किया सके, फिर भी साधारणतः न्यूटन के युग के व्यक्तियों को इसमें कोई सन्देह नहीं था कि सौर-परिवार एक बहुत बड़ी घड़ी है जो गुरुत्वाकर्षण के वाच-स्प्रिंग द्वारा नियंत्रित होती है और जिसे मनुष्य अपनी मेधा द्वारा समझ सकता है।

केवल एक आकाशीय घटना इस नियम में अन्तर्निहित नहीं थी। शताब्दियों से असमय होने वाले इस चमत्कार ने मानव-जाति को भयभीत और आसमय कर रखा था जब से उन्होंने प्रथम बार सिर उठाकर आकाश की ओर देखा और उसके अथग्रहण की चेष्टा की।

तारों से भिन्न, बिना किसी पूर्वचेतावनी के रोशनी का एक बिन्दु दिखाई देता, यह रोशनी आकृति में असामान्य रूप में बढकर लम्बी चमकदार पूछ बन जाती जो सुदूर आकाश में ध्वजा की भाँति मालूम देती। अधविश्वासी व्यक्तियों को यह खड्ग या नाग की प्रतीति देती और किसी भयकर दुर्घटना जैसे प्लेग, बाढ़ या आक्रमण की पूर्वसूचना का चिह्न जान पड़ती। आदिम मानव का जीवन इतना सकटग्रस्त और पराश्रित था कि ये दुर्घटनाएँ इस अपशकुन के कुछ समय पश्चात् सचमुच घटित होती जिससे मानव का विश्वास, कि यह दुर्भाग्य का संकेत या उसका कारण थी, प्रमाणित हो जाता। जैसे-जैसे माह व्यतीत होते जाते इस दिव्य अतिथि की दीप्ति बढती जाती और जिस रहस्यमय ढंग से यह प्रत्यक्ष होता था उसी भाँति घटने और विलुप्त होने से पूर्व यह दिन के समय भी दिखाई देने लगता।

धूमकेतु कही जाने वाली ये चिंताकारी वस्तुएँ टाइको ब्राहे और केप्लर जैसे प्रतिभासम्पन्न विद्वानों के लिए भी विस्मय के स्रोत रही, जिन्होंने इनकी प्रकृति का अनुसंधान कर उन्हें विश्व-सरचना के अपने सिद्धान्तों में अवस्थित करने का प्रयास किया।

एक सुझाव यह दिया गया कि हो सकता है कि ये पृथ्वी के ऊपर वायु-मंडल की अभिदासक वाष्प द्वारा निर्मित हुए हों। किन्तु 1577 में एक दीप्तिमान धूमकेतु के निरीक्षण द्वारा ब्राहे ने इस विचार को निर्मूल सिद्ध कर दिया, जिसने यह प्रमाणित किया, कि ये चाहे कुछ भी हों किन्तु उनकी दूरियाँ

ऐसी ही जिनके कारण उन्हें ग्रहान्तरीय अन्तराल का वास्तविक निवास माना जा सकता था। कान्स्टैण्टिनोपल को तुर्कों द्वारा विजित कर लेने के कुछ ही वर्षों पश्चात् 1456 में, कृपाण की आकृति में बने ज्योतिर्मान धूमकेतु की उपस्थिति ने यूरोप निवासियों को सन्नस्त कर दिया, तुर्कों की अधीनता के नीचे रहते हुए, घातककारी तुर्कों और इसे निशेष करने के लिए प्रार्थनाएँ की गयीं।

न्यूटन से पूर्व भी निस्सन्देह बहुत-से ज्योतिर्विदों ने धूमकेतु की आकृति और उसकी कक्षा-सम्बन्धी जानकारी प्राप्त करनी चाही। किन्तु अत्यन्त कठिनता से प्राप्त उनके परिणाम अनिश्चित थे। महीनों धूमकेतु के सिर की स्थिति तारों की पृष्ठभूमि के परिप्रेक्ष्य में मापी जाती। उदाहरणस्वरूप पोलो टोसकेनली ने, जो क्रिस्टोफर कोलम्बस का भौगोलिक परामर्शदाता बना, अत्यन्त सावधानी से 1443, 1449 और 1456 में तारों के परिप्रेक्ष्य में धूमकेतु की स्थिति का निरीक्षण किया। पृथ्वी की कक्षा की आकृति ज्ञात होने के कारण, ज्योतिर्विद् अन्तरिक्ष में धूमकेतु के मार्ग का अनुमान लगा सकते थे, किन्तु दूरी की सही जानकारी न होने के कारण, मार्ग की अस्पष्ट आकृति का अनुमान ही लगाया जा सकता था। टाइको ब्राहे और माइकल मेस्तलीन का विचार था कि 1577 के धूमकेतु का मार्ग सूर्य के चारों ओर वृत्ताकार था जब कि केप्लर के मतानुसार 1607 और 1618 के धूमकेतु विभिन्न गति के साथ अन्तरिक्ष में सीधी रेखाओं में धूमकेतु है। 'धूमकेतुओं का अज्ञात भ्रमण' जैसा कि एक इंगलिशमैन ने कहा, अन्य ज्योतिर्विदों के मतानुसार अत्यधिक लम्बे दीर्घवृत्तों या परवलयों में हो सकता है।

एडमंड हैली के इस ओर ध्यान देने से पूर्व इन वस्तुओं की यह स्थिति थी।

हैली, जिससे हम एक सच्चे मित्र के रूप में परिचित हो चुके हैं और जिसने न्यूटन को 'प्रिंसिपिया' लिखने के लिए उत्तेजित किया, अपनी क्षमता से अपने समय का प्रतिभाशाली वैज्ञानिक भी था। पयवेक्षित एवं सैदान्तिक ज्योतिर्विज्ञान, गणित, आकषण शक्ति, नौ-विद्या, भाषाओं का अध्ययन, इतिहास और जियोफिजिक्स में उसकी उपलब्धियों की सूची एक अत्यन्त सुदृढ़ चरित्र के जिज्ञासु मस्तिष्क का प्रारूप खींच देती है। जब यह

ज्ञात होता है कि काफी वर्षों तक रॉयल सोसायटी का सेक्रेटरी हात हुए और पद-सम्बद्ध कायभार को वहन करते हुए, उसने अपने वैज्ञानिक अनुसंधानों के मध्य लम्बी सामुद्रिक यात्राएँ की अपने जहाज का कप्तान रहा और काफी बार सम्राज्ञी ऐन द्वारा एड्रियाटिक, ओसनबर्ग हालैंड, हेनोवर और वियाना भेजा गया, तब आश्चर्य होता है कि उसने इतना सब उपलब्ध करने के लिए समय कहा से खोज लिया। वह 1720 से 1742 तक दूसरा रॉयल ज्योतिर्विद् भी रहा।

सम्भव है, 1680 में, चौबीस वर्ष की वय में, अपने स्कूल के मित्र के साथ महाद्वीप का भ्रमण करते हुए, हैली की रश्मि धूमकेतु में उत्पन्न हुई हो। कैंले और पेरिस की सड़क के मध्य में उसने 1680 के धूमकेतु का अवलोकन किया। दूसरे विषय बीच में आ पड़ने के कारण वास्तव में 1695 से उसने धूमकेतु-सम्बन्धी अनुसंधान करने प्रारम्भ किए। पिछली दो शताब्दियों की पर्यवेक्षित सामग्री और अपने मित्र न्यूटन द्वारा 'प्रिंसिपिया' में ज्ञात किए नियम और गणितीय उपकरण उसे उपलब्ध थे। वास्तव में वह पहला वैज्ञानिक था जिसने उन निष्कर्षों का उपयोग किया।

अतिरिक्त में धूमकेतुओं की कक्षाओं का अनुकलन करने पर वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा "मैं सोचता हूँ इससे स्पष्ट और कुछ नहीं हो सकता कि धूमकेतु परवलयिक के निकट बढ़ते हुए सूर्य के चारों ओर गोलों में घूमते हैं।"

वह अगले दस वर्षों तक इसी दिशा में अनुसंधान करता रहा जो उन दिनों थका देने वाले परिश्रम का काय था, उसने चौबीस धूमकेतुओं की कक्षाओं की गणना की। इस अतिरिक्त उसने समय खोज निकाला गणित पर अनेक लेख प्रकाशित करवाने, चन्द्रग्रहण का निरीक्षण करने, चेस्टरम मिट के उपनिर्णयक के रूप में अपना कर्तव्य वहन करने और दो सम्पूर्ण सामुद्रिक यात्राएँ करने का—एक बारबाडोस और दूसरी अण्टार्कटिक, जहाँ उसने "आश्चर्यचकित कर देने वाली ऊँचाई और मान के बड़े-बड़े वफ के द्वीप, जिनके सम्बन्ध में मुझे कुछ लिखते भी भय लगता है", देखे। उसने इगलिश चैनल का निरीक्षण भी किया और सम्राज्ञी ऐन के आदेश पर एड्रियाटिक और ट्रीस्टे, इन हिम्सा के अधिकारियों को क्लिबन्दी की कला पर सुझाव देने के लिए भी गया।



सबक पर उसने 1680 के महान धूमकेतु भी देखा ।

1705 में इस अश्वान्त व्यक्ति ने अपने धूमकेतु के अनुसन्धानों के निष्कर्ष रॉयल सोसायटी को भेजे। कक्षा की गणना के अध्ययन से उसने लक्षित किया कि उनमें से कुछ में अत्यधिक समानता है। उदाहरणतः 1531, 1607 और 1682 के धूमकेतुओं की कक्षाओं में अद्भुत समानता थी। उसने यह भी नोट किया कि 1531 से 1607 में 76 वर्ष का अन्तराल है जबकि 1607 से 1682 में 75 वर्ष का। क्या यह सम्भव है कि ये तीन धूमकेतु वास्तव में वही एक ही धूमकेतु हो—सूर्य के चारों तरफ लम्बे खींचे हुए दीर्घवृत्ताकार कक्षा में घूमती हुई वस्तु जिसे सूर्य के चारों तरफ चक्कर लगाने में 76 वर्ष लगें? अपनी सूची को देखते हुए उसने पाया कि 1456 में 1531 के धूमकेतु से 75 वर्ष पूर्व एक दीप्तिमान धूमकेतु दिखाई दिया था। इस तिथि से इस धूमकेतु की पृथ्वी के सान्निध्य में बहुत पहले की उपस्थिति प्राप्त हुई। किन्तु चक्कर लगाने का आवर्ती समय कभी 75 वर्ष और कभी 76 वर्ष क्यों है?

हैली ने शीघ्र ही जान लिया कि आवर्ती समय का परिवर्तन बड़े ग्रहों वृहस्पति और शनि की गुरुत्वाकर्षण क्रिया के कारण होता है। यदि धूमकेतु इनमें से किसी भी ग्रह के निकट से गुजरता है तो उसकी कक्षा में हल्का सा परिवर्तन होता है जिससे उसके घूमने का आवर्ती काल अधिक या कम हो जाता है। कितना परिवर्तन होने पर धूमकेतु 76 वर्ष का आवर्ती समय लेगा, हैली इसकी गणना न कर सका। चूँकि अन्तिम बार वह 1682 में दिखाई पड़ा था, उसने प्रकथन किया कि अब वह 1758 में वापिस लौटेगा। वह जानता था कि वह उसे लौटता हुआ देखने के लिए जीवित नहीं रहेगा, इसलिए उसने उन व्यक्तियों से जो उसे देखेंगे कहा, "इसे स्वीकार करें कि यह प्रकथन सबसे पूर्व एक अग्रज ने किया था।"

हैली अपनी सफल जीवन-वृत्ति में निरन्तर सलग्न रहा और जीवन के अन्तिम दिनों तक त्रिव्यापील रहा। 1716 में उसने पुनः धूमकेतु-कक्षा की समस्याओं में रुचि लेते हुए बताया कि जो धूमकेतु सन् 1378 में दिखाई पड़ा था वह उसके धूमकेतु के पूर्वागमन की तिथि हो सकती है।

गहदय, दयालु और लोकप्रिय इस व्यक्ति की मृत्यु उसके धूमकेतु के सौटने से सोलह वर्ष पूर्व सन् 1742 में छियासी वर्ष की आयु में हुई। अनेक विज्ञानों में उसके मूल्यवान सहयोग ने उसके अनुयायियों को, शोध-

कार्य के लिए प्रेरित किया।

महान गणितज्ञ कलेरॉट ने, जब उसके धूमकेतु के पुनरागमन का समय निकट आ गया, उसकी परिसूचक पर पहुँचने की सही तिथि की सगणना प्रारम्भ कर दी। यह मानकर कि यह वही धूमकेतु है जो 1531, 1607 और 1682 में प्रकट हुआ था, वृहस्पति और शनि के गुरुत्वाकर्षण का आकर्षण उसके मध्यान्तर वर्षों की कमी या बढ़ोतरी का कारण होने से यह विराम 76 वर्ष से अधिक या 75 वर्ष से कम भी हो सकता है अर्थात् वह पहले भी, 1757 में, प्रकट हो सकता है।

अनुकूलन करने का मात्र एक ही ढंग था 1607 की कक्षा से लेकर 1682 में उसके आखिरी बार प्रकट होने की तिथि से आगे उसकी प्रगति के छोटे-छोटे और क्रमबद्ध अन्तरालों की सगणना करना। प्रत्येक अन्तराल के प्रारम्भ में दो बड़े प्रचंड ग्रहों की वजह से स्थिति-परिवर्तन का अनुकूलन किया जाता जिसमें आगामी अन्तराल पर धूमकेतु की स्थिति ज्ञात हो जाती। इससे अत्यधिक सगणना करनी पड़ती। कलेरॉट त्वरा से कार्य-सलग्न रहा हमेशा यह सोचते हुए कि कहीं धूमकेतु घोपित तिथि से पूर्व ही प्रकट न हो जाए। उसके इस कार्य में प्रतिभाशाली गणितज्ञ मर्सेलेपॉंते ने भी सहयोग दिया। खाने का समय निकालने के अतिरिक्त वे दिन-प्रतिदिन सगणना करने में व्यस्त रहे, 1758 की शरद ऋतु में वे इसका हल प्राप्त कर सके।

प्रचंड ग्रहों के आकर्षण के कारण इस परिभ्रमण में पूर्वपरिभ्रमण से धूमकेतु 600 दिन अधिक लेगा और देर से प्रकट होगा। अपनी वक्ष्य में सूर्य के अत्यधिक सन्निकट अग्रेत 1759 के एक माह पूर्व या बाद में पहुँचेगा।

किन्तु वास्तव में सबसे पहले यह एक नए ज्योतिर्विद द्वारा इम्पटन के निकट 1758 के त्रिगमग दिन पर देखा गया। सूर्य के आस-पास भूलने हुए अन्तरिक्ष का यह अतिथि अपने परिसूचक पर मार्च 1759 में पहुँच गया था और और परिवार के सुदूर घन अधकार में विनृप्त होने से पूर्व जून तक दिखाई देना रहा।

हैनी ही इस पूर्वघातणा की पुष्टि हो गयी और इससे यूटनीय विज्ञान की नयी विजय की स्थापना हुई। तब से धमनेतुआ की भी गुरुत्वाकर्षण नियमाधीन माना जाने लगा। यद्यपि अन्तरिक्ष के पार तेजी से

चमकते हुए दिखाई देते हैं, केवल अनभिज्ञ और अधविश्वासी ही उन्हें भय का द्योतक मानते हैं।

अब ज्योतिर्विद् इन आकाशीय अतिथियों के सम्बन्ध में अधिक जानकारी रखते हैं। स्पेक्ट्रोस्कोप (Spectroscope) एक ऐसा यंत्र है जिससे तारों और धूमकेतुओं से विकरित प्रकाश की जांच की सकती है और वह किस वस्तु से निर्मित हुए हैं यह मालूम किया जा सकता है। धूमकेतु, बर्फ में बन्द जमी हुई सम्पिण्डित चट्टानों और धूल के कणों, नोकदार पत्थरों द्वारा निर्मित लगते हैं। जैसे ही धूमकेतु सूर्य के निकट पहुँचता है, तीखा सीर विकिरण बर्फ को पिघला देता है जिससे धूल और गैस की चमकदार पूछ धूमकेतु के प्रमुख भाग से प्रवाहित होने लगती है। धूमकेतु सूर्य के चारों ओर जब झूमता है और अपने पडोस को छोड़ता है तब विकिरण दबाव के कारण धूमकेतु से दूर धकेली हुई पूछ उसका मार्गदर्शन करती है। धीरे-धीरे वह समाप्त हो जाती है क्योंकि धूमकेतु अन्तरिक्ष की गहराई में विलुप्त होता जाता है और बर्फ एक बार फिर चट्टानों के टुकड़ों को बन्दी बना लेती है। ऐसी प्रक्रियाएँ आज बहुत अच्छी तरह समझी जाती हैं फिर भी देदीप्यमान धूमकेतु का प्रत्यक्षीकरण मनुष्य को विस्मय से भर देता है।

1758 में धूमकेतु के वापिस लौटने की प्रथम पूर्वघोषणा के पश्चात् यह पृथ्वी के सान्निध्य में 1835 और 1910 में दो बार पुनरागमन कर चुका है। महान वैज्ञानिक और न्यूटन के मित्र एडमंड हैली की स्मृति दिलाते हुए, दोनों अवसरों पर हमने मनुष्य जाति के ध्यान को अपनी ओर केंद्रित कर लिया। अब यह 1986 में फिर दिखाई देगा और निश्चय ही यह दृश्य प्रतीक्षा करने योग्य है।

उड़ती पताका का रहस्य

धूमकेतु भी नियम और व्यवस्था के अन्तर्गत आते हैं। इस तथ्य का ज्ञान होने पर ज्योतिर्विदों को निश्चय हो गया कि उनकी सौर परिवार की कल्पना मूलतः सही है। न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार, ग्रह सूर्य के चारों ओर परिभ्रमण करते हैं, चन्द्रमा पृथ्वी के चारों तरफ घूमता है और अन्य चन्द्रमा अपने ग्रहों के इर्द-गिर्द इसी सबव्यापी नियमानुसार घूमते हैं, यहाँ तक कि धूमकेतु भी इसी नियम के अधीन थे। निस्संदेह ग्रहों और चन्द्रमा की गति में कुछ लघुदोलन और तरंगें थीं जिनका न्यूटनीय विज्ञान के गणितीय प्रयोग से अभी तक स्पष्टीकरण नहीं हुआ था जिस वजह से कुछ स्तम्भित करने वाली समस्याएँ भी उठ खड़ी हुईं जिनका अभी तक कोई हल नहीं प्राप्त हुआ था। फिर भी साधारणतः यह सोचा जाता था कि सौर परिवार का रहस्यान्वेषण करने का ढंग प्राप्त हो गया है। अज्ञान के शत्रु को भात दे दी गयी है, अब सभी कुछ स्पष्ट करने के लिए मात्र अत्यधिक परिश्रम से लम्बी अवधि तक काय करने की आवश्यकता है।

अपनी इस विशिष्ट समस्या द्वारा विमूढ करते हुए, शताब्दियों से चमकते तारे हमेशा की भाँति निमलता से चमकते रहे। आगामी शताब्दी में इस समस्या की ओर मनुष्य का ध्यान तीव्रता से आकर्षित हुआ।

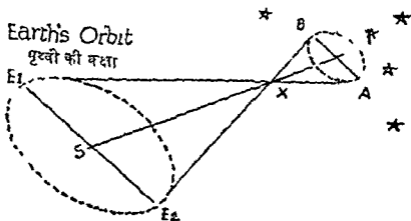
पृथ्वी को केन्द्र मानकर सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहों को उसका परिभ्रमण करता हुआ मान लेने से यह समस्या नहीं उठती थी, किन्तु यह मानने से कि पृथ्वी अपनी कक्षा में सूर्य के चारों ओर घूमती है यह समस्या उठ खड़ी होती थी। समस्या तारकीय लम्बन के प्रत्यक्षतः न होने की थी।

अपने हाथ की एक उगली ऊँची करके अपने चेहरे से अठारह इंच की दूरी पर रखें। अपनी एक आँख बन्द करके अपनी उगली को तब तक घुमाएँ जब तक दीवार की कोई वस्तु जैसे कोई फोटो या स्विच, उसके द्वारा

खिप न जाए। अब खुली आँख को बन्द कर लें और बन्द आँख को खोल दें, उगली हटी हुई मालूम होती है। वास्तव में यह प्रतीयमान हटाव दृष्टि विचलन के कारण होता है।

अब इसी प्रयोग को उगली को चेहरे से आठ इंच की दूरी पर रखकर करें। अब यह प्रतीयमान हटाव बड़ा हो जाता है, इससे सिद्ध हुआ कि उगली जितनी दूरी पर होगी, लम्बनीय हटाव (जैसा इसे कहते हैं) कम होगा। दरअसल में व्यक्ति के घूमने पर लम्बनीय हटाव केवल निकट की वस्तुओं में होता है। उदाहरणतः झूले या सी साँ या चक्करी पर से किसी भी व्यक्ति को अपने पड़ोस के लोगो या वृक्षो को अवलोकित करने से, वे सुदूर के पहाडो की पृष्ठभूमि में ऊपर-नीचे या इधर-उधर होते प्रतीत होते हैं।

कोपरनीय सूर्य-केन्द्रित विश्व के विरोधियों द्वारा यह बहुत पहले ही इंगित किया जा चुका था कि यदि पृथ्वी प्रत्येक वर्ष अपनी बत्ता के उसी भाग का प्रत्यागमन करती हुई सूर्य के चारों ओर परिक्रमण करती है तो मनुष्य को सन्निकट के अनुभेय चमकदार तारे, भ्रम और दूर के तारों की अपेक्षा अपनी स्थिति परिवर्तित करने दिखाई देने चाहिएँ। चित्र में सूर्य के चारों ओर अपनी कक्षा में परिभ्रमित पृथ्वी की गति E_1 से E_2 तक के विपरीत



निकट का तारा, सुदूर के तारों की पृष्ठभूमि में छोटा-सा दीर्घवृत्त खींचने का आभास देगा। इस विशिष्ट तारे द्वारा अंकित वक्र पृथ्वी की दीर्घवृत्ताकार कक्षा की स्थिति की तुलना में इस तारे की दिशा पर निर्भर करता है।

यदि तारा बाह्य तल पर है तो वह मीधी रेखा में आगे-पीछे भूलेगा, यदि वह सूर्य के मध्य से सीधे गए दीर्घाकार तल पर लम्ब रेखा की दिशा में है तो वह अय तारों की अचल पृष्ठभूमि पर वृत्त खींचने का आभास देगा। अन्य किसी दिशा में स्थित तारे के वक्र का आकार दीर्घवृत्त होगा। इन सभी अवस्थाओं में सम्पूर्ण दोलन की अवधि एक वर्ष होगी, चूँकि पृथ्वी उसी स्थिति में पूरा वर्ष के प्रारम्भ में आएगी।

सप्तहवीं शताब्दी के अन्त और अठारहवीं शताब्दी के प्रारम्भ में उत्कृष्ट ढंग से निर्मित दूरदर्शकों द्वारा तारकीय स्थिति अचूक ढंग से मापी जा सकती थी, जबकि अभी तक तारा की लम्बन गति को अवलक्षित नहीं किया गया था। ये माप इतने सत्य होते कि आधे मील की दूरी पर आधी पेंनी द्वारा निर्मित कोण को माप सकना सम्भव था।

इसका एक उदाहरण यह भी हो सकता था कि तारे अत्यधिक दूर थे, इतने अधिक कि सबसे पिछटे के तारे की दूरी की तुलना में सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की कक्षा का व्यास बहुत नगण्य था। वास्तव में प्रतीयमान हटाव इतना कम होता कि उसे ज्ञात करना मुश्किल था। निस्संदेह इससे यही व्यक्त होता था, चाहे सौर परिवार का तारकीय विश्व से विस्मयीभूत कर देने वाले शून्य जितना अन्तराल मानव-जाति के लिए सहज ग्राह्य न था। मध्ययुगीन सौर परिवार के सबसे बाहरी ग्रह से इतनी दूर न होने वाले स्फटिक, तारों जड़े गोले की सुखकर, सात्वनाप्रद अवधारणा छोड़नी कठिन थी। निरन्तर उत्कृष्टता प्राप्त करते दूरदर्शकों द्वारा देदीप्यमान तारों के भी तारकीय लम्बा को ज्ञात करने की असफलता ने तारकीय विश्व की अन्तरीय सीमा को व्यापक और व्यापकतर आयाम दे दिए, जिसकी वजह से तारकीय लम्बन की समस्या ज्योतिर्विदों के लिए अपरिहाय बन गयी। न्यूटनीय गुरुत्वाकर्षण द्वारा अभूतपूर्व सफलता से सूर्य, ग्रहों और चन्द्रमाओं के सौर-केन्द्रित विश्व की दी गयी व्याख्या के पश्चात् पृथ्वी-केन्द्रित विश्व तक वापिस लौटना, जहाँ तारकीय लम्बन जैसी कोई समस्या न थी, असम्भव था। इसलिए दशाब्दी पश्चात् दशाब्दी तक, यह दिव्य-परिवार का गुप्त रहस्य रहा।

इसका समाधान प्राप्त हो सकने के आशाप्रद चिह्न 1718 में लक्षित

हुए। एडमंड हैली, पुराने ज्योतिर्विदो हिपाकंस और टालमी द्वारा ज्ञात तारा-स्थितियों की तुलना आधुनिक निरीक्षण द्वारा ज्ञात तारों की एक-दूसरे से सम्बद्ध स्थितियों से कर रहा था। पहला निरीक्षण 140 B C में किया गया था जबकि दूसरा, दूसरी शताब्दी A D में।

हैली ने नोट किया कि निरीक्षण-श्रुतियों को छोड़ देने के पश्चात् भी देदीप्यमान तारों आर्क्टूरस, प्रोसिग्रॉन, और सिरियस की स्थितियाँ उनकी डेढ़ हजार वर्ष पूर्व स्थितियों से भिन्न हैं। परिवर्तन कम था, लेकिन निश्चित था और हैली ने घोषणा की कि मात्र यही 'अचल' कहलवाने वाले तारे ही अन्तरिक्ष में अपने वेग से नहीं परिभ्रमण कर रहे बल्कि प्रत्येक तारे के गतिशील दिखने की संभावना है यदि उसे लम्बी अवधि तक पयवेक्षित किया जाए।

पृथ्वी द्वारा सूर्य के चारों ओर वार्षिक सवृत्त के कारण समीप के तारों में बहुत समय से अन्वेष्टित प्रतीयमान हटाव को प्राप्त करने की आशा में, हैली के इस अन्वेष्टण ने अन्य ज्योतिर्विदो को तारकीय माप लेने में सलग्न रहने के लिए उत्साहित किया। इन ज्योतिर्विदो में माननीय जेम्स ब्रैंडले, वह व्यक्ति जिसकी नियति में तारकीय लम्बन पर अपने कार्य द्वारा दो महत्वपूर्ण खोजें करना था, भी था। उसी वर्ष जब हैली ने ज्ञात किया कि कुछ तारों का व्यक्तिगत वेग है, ब्रैंडले पच्चीस वर्ष की आयु में रॉयल सोसायटी का सदस्य बन गया। तीन वर्ष पश्चात् उसे ऑक्सफोर्ड में खगोल-विज्ञान का सेविलियन प्रोफेसर नियुक्त किया गया। इसी समय के लगभग उसने तारकीय लम्बन की समस्या पर गम्भीरतापूर्वक मनन करना प्रारम्भ कर दिया।

यह स्पष्ट था कि तारे का प्रतीयमान हटाव बहुत कम होगा अतः जिस दूरदशक द्वारा निरीक्षण करना होता उसे अत्यन्त सावधानी से स्थित किया जाना। वास्तव में दूरदशक को दृढ़ता से एक ही स्थिति पर अचल रखा जाता। अपने मित्र सैमुएल मोलीनुक्स के साथ कार्य करते हुए ब्रैंडले ने गामा ड्रेकोनीस तारा (इगन तारा मडल में तीसरा देदीप्यमान तारा) चुना। क्योंकि यह देदीप्यमान था, हो सकता है भाग्य से यह अपने पड़ोस में धूमिल तारों की अपेक्षा अधिक साक्षिष्य में हो। इसके साथ ही नभ के पार अपनी

रात्रि-यात्रा में, यह अपने परम अवलम्ब पर एकदम सिर के ऊपर पहुँच जाता। सीधे ऊपर की ओर इगित करते दृढता से स्थित दूरदर्शक के क्षेत्र में प्रत्येक रात्रि को यह तारा पदार्पण करता, उसे पार करता और दूसरी ओर विलुप्त हो जाता। दक्षिणी दिव्य ध्रुव से इसकी कोणीय दूरी में कोई भी परिवर्तन, इसके क्षेत्र के पार इसके भाग के साधारण-से ऊँचे या नीचे होने से ज्ञात हो जाता।

एक पक्ष के पर्यवेक्षण के पश्चात् दिसम्बर 1725 में ब्रैंडले को महसूस हुआ कि मार्ग थोड़ा-सा उत्तर की तरफ विस्थापित हो गया है। माघ तक गति की स्थिति यही रही, उसके पश्चात् उसमें व्यतित्रम हो गया। सितम्बर में आगामी विषय हुआ, जिससे दिसम्बर में तारा दूरदर्शक से पथ को पार करता हुआ अपनी मूल स्थिति पर आ गया। सम्पूर्ण विषय परिधिखंड के 40 मेकड के लगभग था।

निस्संदेह ब्रैंडले ने तारे की स्थिति में अल्प वार्षिक हटाव ज्ञात कर लिया किन्तु इससे वह नितांत अमित व्यक्ति बन गया। उसे दिव्य गोले में तारों की अवस्थिति का ज्ञान था, यदि पृथ्वी द्वारा सूर्य के चारों ओर सञ्चल होने के कारण इसमें कोई प्रतीयमान हटाव दिखाई पड़ता है तो उसे सुदूर दक्षिण में, दिसम्बर में और सुदूर उत्तर में, जून में विस्थापित होना चाहिए, अर्थात् प्रत्येक बार उसे पर्यवेक्षित तिथियों से तीन माह पूर्व इन स्थितियों पर होना चाहिए।

आगामी दो वर्षों में, ब्रैंडले ने आकाश के विभिन्न भागों में अन्य तारों का निरीक्षण किया और पाया कि अपनी औसत स्थिति के पास उनमें भी कुछ वार्षिक गति प्रकट होती है। प्रत्येक स्थिति में अधिकतम विस्थापन परिधिखंड के चालीस सेकड के लगभग था, किन्तु इस गति को पृथ्वी की सूर्य के चारों ओर की गति का प्रतिबिम्ब नहीं माना जा सकता था। तारकीय गति की समय-तालिका और विस्थापनाभासी गति में हमेशा तीन माह का अन्तर रहता जिसे ब्रैंडले अभी तक ज्ञात नहीं कर पाया था।

ज्योतिर्विद् ने जैसे-जैसे एक के पश्चात् एक सभाव्य स्पष्टीकरण उसे सूझता उसका सावधानी से परीक्षण किया और उसे अस्वीकृत कर दिया। उसने इस सभावना तक विचार किया कि हो सकता है, पृथ्वी के घूमने की

कीली की गति आगे-पीछे होने वाली दोलन गति हो जिससे तारो की स्थिति परिवर्तित होती है। परन्तु यदि ऐसा होता तो आकाशीय ध्रुव के इस सिर हिलाने' या 'भुकाने' का इसकी दूसरी तरफ स्थित तारो पर विपरीत प्रभाव पड़ता, वास्तव में यह स्थिति नहीं थी। महीनो व्यतीत होने के साथ ब्रँडले की रहस्यान्वेषण की जिज्ञासा बढ़ती गयी और हम यह कल्पना कर सकते हैं कि वह अपनी इस समस्या के सम्बन्ध में इतनी गम्भीरता और तल्लीनता से मनन कर रहा था कि ज्योतिर्विज्ञान से विलकुल विभिन्न क्रियाओं में निरत होने पर भी समस्या के उपादान चैतन्य मस्तिष्क के घरातल से बहुत नीचे नहीं रहते थे।

जैसा कि अक्सर इस अवस्था में होता है, समस्या का समाधान किसी नगण्य घटना की तह में छिपा मिलता है। ब्रँडले के माथ भी यही हुआ। इस विषय पर मनन करते हुए वह टेम्स नदी पर यात्रा पर जाने वाले एक दल में मिल गया। जिस नौका में ये लोग थे वह, वायु अनुसार अपना मार्ग बदलती हुई कुछ समय तक ऊपर-नीचे होती, चलती रही। ब्रँडले का ध्यान मस्तूल पर लगी हुई पताका की ओर आकर्षित हुआ। यह पताका वास्तव में वायु की दिशा दिखाने का यंत्र थी, जिससे नाविक वायु की दिशा का अनुमान लगाते थे। उसने नोट किया कि नौका का क्रम बदलने से यंत्र में भी परिवर्तन होता है जैसे कि वायु की दिशा परिवर्तित हुई हो। तीन या चार बार ऐसा हुआ। ज्योतिर्विद् ने इस प्रक्रिया की ओर नाविकों का ध्यान खींचा। उन्होंने ऊपर की ओर देखा और उसे बताया कि पताका का दिशा परिवर्तन, वायु के दिशा-परिवर्तन की अपेक्षा नौका के मार्ग-परिवर्तन से ही रहा है, क्योंकि पताका का दिशा-निर्धारण वायु-वेग और नौका-वेग, जिसके साथ वह इस समय अग्रसर हो रही है, होता है।

अकस्मात् ही ब्रँडले को नाविकों के कथन की महत्ता ज्ञात हुई।

उसने सोचा, वायु के स्थान पर तारेसे विकीर्ण प्रकाश को रख दिया जाए, नौका के स्थान पर सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाती पृथ्वी को, नौका के व्यतिक्रमित मार्ग के स्थान पर यदि वृत्ताकार कक्षा में पृथ्वी की निरन्तर दिशा-परिवर्तित करती गति को रखा जाए, तो पताका की दिशा प्रत्यक्ष रूप से वह दिशा है जिससे तारा दिखाई देता है—वह दिशा जो तारे से विकीर्ण



बड़ते का ध्यान मातुल पर लगी पताका की ओर धारणित हुआ ।

प्रकाश की गति और अपनी कक्षा में पृथ्वी की गति पर निर्भर है।

तत्पश्चात् ब्रैडले ने लिखा, "अन्त में मैंने अनुमान लगाया कि वे सब व्यापार जिनका यहाँ जिक्र किया गया है प्रकाश की बढ़ती हुई गति एवं अपनी कक्षा में पृथ्वी की वार्षिक गति से प्रवृत्त होते हैं, क्योंकि मैंने देखा यदि प्रकाश का विस्तार समय में होता है, तो स्थित वस्तु का प्रतीयमान स्थान अक्ष के स्थिर होने पर वही नहीं होगा जो उसके अक्ष और वस्तु से पार करती रेखा की अपेक्षा किसी अन्य दिशा में गतिमान होने पर होगा, और जब अक्ष विभिन्न दिशाओं में घूमेगी तब वस्तु का प्रतीयमान स्थान भिन्न होगा।"

शेष यात्रा में ब्रैडले अपने सहयात्रियों के लिए अन्ध्रा साथी न रहा होगा क्योंकि उसने अपनी खोज की महत्ता की गवेषणा करनी प्रारम्भ कर दी जिसे आज खगोल-विज्ञान में तारकीय विषयन कहते हैं। तीन माह के अन्तराल का स्पष्टीकरण और काफी समय से अन्वेष्टित लम्बन हटाव का समाधान अब उसे भासित हो गया।

प्रकाश-वेग और अपनी कक्षा में पृथ्वी-वेग के मिल जाने के कारण ज्योतिर्विद् का दूरदर्शक तारे की यथार्थ दिशा से आवेक्षक के यात्रा करने की दिशा में थोड़ा-सा हट जाएगा, जिससे गतिमान दूरदर्शक की सतह से प्रकाश भीतर उसके तल पर पहुँचेगा जहाँ अक्ष स्थित होगी। हम अपने प्रतिदिन के जीवन में इसके एक बहुत अच्छे उदाहरण से परिचित हैं। यदि हम रेल के डिब्बे में हैं और बाहर वर्षा हो रही हो तो हम देखते हैं कि वर्षा की बूँदें, गाड़ी के स्थिर होने पर, खिड़की से सीधे नीचे की तरफ बहती हैं, परन्तु जब गाड़ी चलने लगती है और गति पकड़ लेती है, तब वर्षा की बूँदों का मार्ग तिरछा हो जाता है और भासित होता है कि वह ऊपर की दिशा और गाड़ी के चलने की दिशा में आ रही है।

लम्बन हटाव की स्थिति में, हटाव हमेशा सूर्य की दिशा की तरफ होगा। पृथ्वी प्रत्येक समय रेडियस वेक्टर, जो उसे सूर्य से सम्बद्ध करता है, के समकोण पर गतिमान होती है, इसलिए वास्तव में वेग-दैशिक की दिशा सदैव, जहाँ रेडियस वेक्टर की दिशा तीन माह पश्चात् होगी, उसके समानान्तर होगी। इस वजह से हटाव का विषयन प्रतिरूप लम्बन प्रतिरूप

से तीन माह पूव घटित होता है।

प्रकाश सीमित गति से यात्रा करता है, जेम्स ब्रैडले को यह तथ्य सुविदित था और वह अन्दाजन उसकी यात्रा-गति भी जानता था।

ब्रैडले के गामा ड्रेकोनीस के लम्बन को मापने के प्रयास से आधी सताब्दी पूव एक ज्योतिर्विद रोमर ने बृहद् बृहस्पति ग्रह के उपग्रहों के ग्रहण-समय में अजीब परिवर्तन लक्षित किए थे। गैलीलियो ने भी बहुत-सी रात्रियों में आवेक्षित किया था कि बहुत-से उपग्रह बृहस्पति की बृहद् प्रतिच्छाया में विलुप्त हो जाते हैं और मुझाया था कि ग्रहण-समय की तालिकाएँ निर्मित कर उन्हें जहाजों के लम्बन खोजने के लिए, खगोल-विज्ञान की घड़ियों के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है। इन उपग्रहों का बहुत सतर्कता से निरोक्षण करने पर रोमर ने पाया कि ग्रहण विन्कुल एक-जैसे समय-अन्तरालों पर नहीं लगता। चारों उपग्रहों के ग्रहण कभी जल्दी लगते थे, कभी देर से। उसने यह भी आवेक्षित किया कि वह जितनी देरी से या जल्दी लगते हैं, वह बृहस्पति और पृथ्वी की स्थितियों पर निर्भर करती है। बृहस्पति के पृथ्वी के निकट होने पर ग्रहण जल्दी लगता था और बृहस्पति और पृथ्वी के सूर्य की विपरीत दिशा पर होने से, देर से। रोमर ने सही निष्कर्ष निकाला कि यह व्यतिक्रम प्रकाश के कारण है जो एक खास गति से यात्रा करता है, वह अन्तरिक्ष पार करने में समय लेता है और जन्दी या देरी से लगने वाले ग्रहण का समय वह समय है जो प्रकाश पृथ्वी-ब्रह्मा के व्यास को पार करने में लेता है। समय और दूरी जानते हुए रोमर ने प्रकाश की गति 190,000 मील प्रति सेकंड परिगणित की, जिसमें और आधुनिक मान 186,000 मील प्रति सेकंड में बहुत बड़ा वैपम्य नहीं है।

रोमर का निष्कर्ष माधारणतः उनके सहयोगी ज्योतिर्विदों की स्वीकृत न था, किन्तु ब्रैडले ने देखा इससे तारकीय स्थितियों के बापिक हटाव का, जिन्हें वह माप रहा था, स्पष्टीकरण हो जाता है। उसे ज्ञात था कि पृथ्वी की गति अपनी ब्रह्मा में 18 मील प्रति सेकंड है, इससे वह दूरदर्शक को कितना भागे (अर्थात् पृथ्वी की गति की दिशा में) करे ताकि तारा दूरदर्शक के क्षेत्र के मध्य में रहे सके। वह इस बोण की सगणना कर सका। सतुष्ट होते हुए उसने पाया कि सगणित बोण और पयवेक्षित मान में समानता है।

तारकीय सम्बन्ध को मापने के प्रयास में, ब्रँडले, सौर-केन्द्रित सिद्धान्त के प्रतिरोध में प्रमुख आरोप को समाप्त करने का प्रयत्न कर रहा था। वह सम्बन्ध खोजने में असमर्थ रहा, किन्तु उसके तारकीय विषयन के अन्वेषण में, पृथ्वी की सूर्य के चारों तरफ गति के सम्बन्ध में विलक्षण प्रमाण प्रस्तुत कर दिया, जैसी कि सूर्य-केन्द्रित न्यूटनीय विज्ञान की माँग थी। ब्रँडले से कम सतर्क और चैतन्य बहुत-से व्यक्ति, अपनी इस उपलब्धि से परितुष्ट हो जाते, किन्तु ब्रँडले ने अपने अनुसन्धान के मूल लक्ष्य को अपने समक्ष रखा।

उसे ज्ञात था कि तारे का कोई भी लम्बनीय विस्थापन परिधिखण्ड के दो सेकंड से कम होगा, विषयन के कारण पयवेक्षित हटाव और अनुकलित हटाव में अत्यधिक समानता थी। 1729 में उसने प्रायोगिक ढग से लिखा, "मुझे इसी ढग की भुक्ने में लघु विभिन्नताएँ अन्य तारों में भी प्राप्त हुईं जो उसी कारण (विषयन के) नहीं उत्पन्न होती किन्तु चाहे ये छोटे-छोटे विषयन किसी नियमित कारण से या मेरे यंत्रों के पदार्थ-परिवर्तन इत्यादि से घटित होते हैं, इसका निर्णय मैं अभी तक नहीं कर पाया।"

पयवेक्षण और परिकलन के बीच इस लघु अन्तर के कारण ब्रँडले ने उन्नीस वर्ष के सतर्क काय के पश्चात् दूसरी महत्वपूर्ण खोज की। विस्थापनाएँ बड़ी और घटी, एक वर्ष की अवधि में नहीं, बल्कि उन्नीस वर्ष की अवधि में, ब्रँडले ने इसकी व्याख्या, पृथ्वी के घूमने की कीली के बहुत कम इधर-उधर होने को कहकर की। जैसा कि हम पहले देख चुके हैं पृथ्वी की कीली के हिलने की प्रक्रिया का, उसने मूलतः विशालकाय तारकीय दोलन क्रिया से सम्बन्धित कर, स्पष्टीकरण किया था, जिसे अब वह प्रकाश-वेग के सीमित होने के कारण मानता था। इतने दिनों के पश्चात् वह अनुमान कर सका कि हिलना (nutation) इन अवशेष अल्प गतियों का तुष्टिजनक स्पष्टीकरण हो सकता है। पृथ्वी के घूमने की कीली इस ढग से क्यों हिलती है, यह समस्या शेष थी।

पुनः जेम्स ब्रँडले ने अपनी क्षमता का प्रमाण दिया। वार्षिक तारकीय गतियाँ प्रकाश-वेग और पृथ्वी की अपनी कक्षा में वेग के कारण होती हैं, इसका अन्वेषण और स्पष्टीकरण करने के पश्चात् उसने नयी लघु और देर तक रहने वाली गतियों का, जिनको उसने कठिनता से मापा था, भी

स्पष्टीकरण कर दिया ।

उसने कहा कि उसे सन्देह था कि पृथ्वी के भूमध्यरेखीय उभार पर चन्द्रमा की प्रतिक्रिया से ये प्रयास निष्पक्ष हो सकते हैं । पृथ्वी के इर्द-गिर्द चन्द्रमा की कक्षा का घरातल निरन्तर अपनी स्थिति परिवर्तित करता रहता है, जिससे कभी-कभी यह अन्य समय की अपेक्षा पृथ्वी के भूमध्यरेखीय तल पर दस डिग्री से अधिक भुका हुआ होता है । परन्तु सर आइज़क न्यूटन की व्याख्यानुसार अयन गति (पृथ्वी के घूमने की घुरी की घीमी शकुक् गति) पृथ्वी के भूमध्यरेखीय उभार पर सूर्य एवं चन्द्रमा की प्रतिक्रियाओं के कारण होती है । इसलिए यह तर्क-सम्मत निष्कर्ष था कि चन्द्रमा के कारण इस क्रिया की शक्ति विभिन्न वर्षों में, इसकी कक्षा के घरातल के कारण बदल जाएगी ।

ब्रँडले ने लिखित किया कि उन्नीस वष की अवधि, वह अवधि है, जिसमें चन्द्रमा की कक्षा का घरातल एक सम्पूर्ण चक्कर काटता है । 1748 के प्रारम्भ में अपने निष्कर्षों को प्रकाशित करवाने से पूर्व ब्रँडले ने अविश्वसनीय सहनशीलता और सजगता से पूरे उन्नीस वर्ष के सम्पूर्ण वार्षिक वृत्त का प्रेक्षण किया ।

1742 में ब्रँडले इंग्लैंड का तीसरा रॉयल ज्योतिर्विद् बना । अपने सम्पूर्ण जीवन में, उसने पयवेक्षण में सहनशीलता और परिश्रम के अतिरिक्त अपने दूरदर्शक को सटीक स्थान पर स्थित करने की विशिष्टता दिम्बाई । उसने अपने यंत्रों की त्रुटियों को परखा और उन्हें स्वीकृति भी दी । इसलिए इसमें कोई विस्मय की बात नहीं है कि वह अपने सहयोगियों द्वारा अज्ञात लघु प्रभावों को ढूँढ और माप लेता था । और यह प्रशंसनीय है कि उसने न केवल उन्हें ज्ञात किया बल्कि उनका स्पष्टीकरण भी दिया ।

ग्रीनविच ऑब्ज़र्वेटरी पर साठ हजार से भी अधिक अन्वेषण ब्रँडले द्वारा किए गए । महान जर्मन ज्योतिर्विद् बेसल द्वारा एवनिश किए गए ये पयवेक्षण हमें अठारहवीं शताब्दी के मध्य की अत्यन्त प्रामाणिक तारकीय स्थितियों की व्यवस्था देते हैं । वास्तव में, यह वह वाय नहीं जिसके कारण जेम्स ब्रँडले का स्मरण किया जाता है, उसका नाम तारकीय विषयन और पृथ्वी के हिलने (nutations) के प्रतिभाशाली अन्वेषणों से सदैव सम्बन्धित किया जाता है जो न्यूटनीय विज्ञान भवन के दो और स्तम्भ बन गए ।

एक नए ग्रह की खोज

तोपो से निकलते घुएँ ने युद्ध-क्षेत्र को आच्छादित कर दिया और बटुक की गोलियाँ युवा हैनोवेरियन बडमैन, फ्रेडरिक विलहेल्म हर्शेल के सिरे के ऊपर से गुजरने लगी। सन् 1757 के इस व्यवस्थित आन्दोलन में, जिसके कारण हस्तनबेक में यह युद्ध हुआ, उस व्यक्ति ने जिसे ससार का विशिष्ट प्रेक्षक, ज्योतिर्विद् और एक विश्व का अन्वेषक होना था अपनी रात्रियाँ गीली खाइयो और मैदानों में सोकर व्यतीत का। युद्ध में असफल होने पर पराजित हैनोवेरियन दस्ते वापिस लौट रहे थे। अपने पिता के सुभावानुसार, फ्रेडरिक किसी को जात होने से पूर्व खिसक गया। जब विजयी फ्रांसीसियों ने हैनोवेर पर कब्जा किया उस समय वह हैम्बग पहुँच चुका था। वहाँ से वह इंग्लड की ओर अग्रसर हुआ जहाँ उसने अपना नाम विलियम हर्शेल, जिस नाम से उसका स्मरण किया जाता है, रखा और सिवाय कुछ समय को छोड़कर, काय करते हुए अपना सम्पूर्ण जीवन व्यतीत किया।

विलियम हर्शेल की कहानी एक प्रतिभासम्पन्न व्यक्ति की कहानी है, जो प्रतीयमान रूप से अपने सही व्यवसाय का चुनाव कर उसमें विशिष्ट मिद्ध होने पर भी बिल्कुल विपरीत प्रकृति की हाँबी खोज लेता है और उमकी तरफ विस्मयकारी रूप से उमुख हो उसके लिए प्रत्येक वस्तु का त्याग कर देता है, उसे अपनी सम्पूर्ण जिन्दगी समर्पित कर देता है, उसमें इतनी महत्तर वस्तुएँ उपलब्ध करता है जितनी उसने अपने परित्यक्त व्यवसाय में भी प्राप्त नहीं की थी।

विलियम, हैनोवेरियन फुटगाड के बड में, एक निपुण संगीतज्ञ खगोल-विज्ञान एवं विभिन्न विषयों में रुचि लेने वाले आइजक हर्शेल के बालको में से था। चाहे विलियम का पिता अपने बच्चों को व्यापक शिक्षा देने के लिए गरीब था किन्तु उमने उन्हें दिमागी वस्तुओं का रसास्वाद करना

और अपनी कल्पना शक्ति का उपयोग करना सिखाया ।

समयानुसार छोटा हर्बल गार्ड में बढमन बन गया । सगीत में रुचि लेने और उसमें सिद्धहस्त होने के बावजूद भी फौजी जीवन उसे चित्ताकर्षक नहीं लगा । हस्तनबेक के अनुभवों से उसके विचारों में कोई परिवर्तन नहीं हुआ । इसके पश्चात् दो वर्ष तक इंग्लैंड में डरहम मिलिशिया का निदेशक रहने के अतिरिक्त उसका सेना से कोई सम्बन्ध नहीं रहा । इस अवधि में वह व्यक्तिगत रूप से सगीत-शिक्षा देता रहा और सगीतज्ञ के रूप में सगीत-आयोजनों में भाग लेना स्वीकार करता रहा । अपने दायित्व को पूर्ण करने के लिए वह अकसर सब तरह के मौसम में घोड़े की पीठ पर पचास मील एक दिन में सवारी करता ।

वह लेखक के रूप में भी सुविदित होने लगा और थोड़ी ही अवधि में, जून 1760 से जनवरी 1761 तक उसने सात सिम्फनियाँ लिखीं जो कि कोई साधारण कार्य नहीं था । मनोरंजन के लिए वह दार्शनिकों की पुस्तकों एवं गणित का अध्ययन करता ।

हैनोवर में कुछ समय के लिए परिवार के पास रहने के पश्चात् वह वापिस इंग्लैंड लौट आया, उसकी ख्याति अध्यापक, सगीतज्ञ और सगीत-लेखक के रूप में वृद्धि कर रही थी । 1766 में उसने बाथ में नए और फैंशनेबल ओक्टोगन चैपल में आगनिस्ट का पद स्वीकार किया । अपने आकर्षक और प्रज्ञामान व्यक्तित्व के कारण वह लोकप्रिय था, सफलता उसकी चेरी थी और वह सौभाग्यशाली था । कोई भी कल्पना कर सकता था कि उसका भविष्य बन गया है और यदि कभी उसका स्मरण किया गया तो सगीत में उसके योगदान के लिए किया जाएगा । जबकि उसका जीवन-काल अभी प्रारम्भ होना था ।

इस समय वह तल्लीनता से गणित का अध्ययन कर रहा था । उसने जिन पुस्तकों का अध्ययन किया उनमें कैम्ब्रिज में खगोल-विज्ञान के प्रोफेसर रॉबर्ट स्मिथ द्वारा लिखित 'हारमोनिक्स' एवं 'ए कम्प्लोट सिस्टम ऑफ ऑप्टिक्स' भी थी । उसने लेलैंड के 'खगोल-विज्ञान' का अध्ययन भी किया जब कि सन् 1766 की उसकी डायरी में 19 फरवरी को शुक्रग्रह और 24 फरवरी को चंद्र-ग्रहण का प्रेक्षण करने के प्रमाण प्राप्त होते हैं ।

1772 में हैनोवर से, विलियम की बहन कैरोलाइन वाथ में उसका घर सभालने के लिए आ गयी। पूर्ण रूप से अपने भाई पर अनुरक्त और निष्ठाशील कैरोलाइन खगोल-विज्ञान के भविष्य के अनुसन्धानों में उसकी अमूल्य सहयोगिनी बन गयी। लगभग आठ धूमकेतुओं को ज्ञात कर और ज्योतिर्विज्ञान में अथ उपयोगी काय कर अपनी क्षमतानुसार वह प्रसिद्ध ज्योतिर्विद् बनी, किन्तु उसका प्रधान काय विलियम हर्शेल की सेक्रेटरी, सहयोगी और गृहिणी का था। उसके सहयोग के बिना हर्शेल के इतने अधिक प्रेक्षणों और लेखों का आघा भी उपलब्ध कर पाना असम्भव था।

1773 के अन्त में वाथ की शिशिर ऋतु में अचानक ही एक ज्वाला-मुखी के फटने से, हर्शेल के जीवन में व्यतिक्रम हो गया, निश्चय ही इस परिवर्तन के चिह्न पूर्वलक्षित होंगे। उसने ज्योतिर्विज्ञान की पुस्तकों में, जिनका वह अध्ययन कर रहा था, लिखे रात्रि के आश्चर्यों को स्वयं देखने का निश्चय किया। 1783 में लिखित पत्र में उसने कहा, "सिवाय अपनी आँखों से वह सब देखने के, जो दूसरों ने मुझसे पहले देखा है, मैंने कुछ भी विश्वास कर स्वीकृत न करने का निश्चय किया है।"

सबसे पहले उमने कुछ छोटे लेंस प्राप्त किए। खगोल-वैज्ञानिक दूरदर्शक में लस को अभिदृश्यक कहते हैं जो पर्यवेक्षित वस्तु के प्रकाश को एकत्रित कर, उसका प्रतिबिम्ब लेंस के पीछे कुछ दूरी पर निर्मित करता है। इस दूरी को फोकस-दूरी कहते हैं और यह पाया गया कि लसों को घिसने से, ताकि उनकी विभिन्न आकृतियाँ बन जाएँ, विभिन्न फोकस-दूरियाँ उपलब्ध की जा सकती हैं। यह महत्वपूर्ण है, क्योंकि जितनी बड़ी फोकस-दूरी होगी, वस्तुदपण पर निर्मित प्रतिबिम्ब उतना बड़ा होगा। आरम्भ में हर्शेल ने ट्यूब बनाकर लघु फोकस-दूरी वाले लेंसों से कुछ देदीप्यमान दिव्य वस्तुओं का प्रेक्षण किया। जैसे-जैसे वह लम्बी और लम्बी फोकस दूरियों की ओर अग्रसर होता गया, दूरदर्शक की ट्यूबें जिनसे वह उन्हें स्थित रखता था बढती गयी, यहाँ तक कि प्रयुक्त ट्यूबों में एक पन्द्रह फुट लम्बी थी और दूसरी तीस फुट। उनको सभालना कठिन था। मितम्बर में उसने 2-फुट का ग्रेगरियन परावतक दपण किराये पर लिया। यह लघु दूरदर्शक प्रयुक्त करने में इतना सुविधाजनक था कि हर्शेल ने 5-फुट और 6-फुट के परावतक का दाम ज्ञात

करने के लिए लदन लिखा। यह ज्ञात होने पर कि इस माप के परावर्तक निर्मित नहीं किए जाते, उसे आश्चर्य हुआ। हर्शेल ने स्वयं उनका निर्माण करने का निश्चय किया " प्रकाश-विज्ञान पर डॉ स्मिथ की बहुचर्चित पुस्तक की सहायता से '।

आपको स्मरण होगा कि गैलीलियो और उसके उत्तराधिकारियों द्वारा प्रयुक्त बतन दूरदर्शक के लमी में भयकर दोष थे और न्यूटन ने यह मानकर कि इनमें कभी भी सुधार सम्भव नहीं, पहले परावतन दूरदर्शक की रचना की और निर्माण किया, जहाँ मुख्य भाग में लेंस की अपेक्षा अवतल दपण का प्रयोग किया जाता। सही वक्रता प्राप्त करने के लिए इन दर्पणों को अत्यधिक सतर्कता से रगड़ा और पालिश किया जाता। दूरदर्शक के लिए 1773 के अन्त के पूर्व हर्शेल ने किन्तने ही दर्पणों को ढाला और पालिश कर लिया।

अपन सम्पूर्ण कौशल और दृढ शक्ति से वह दूरदर्शक निर्माता और ज्योतिर्विद् की नवीन वृत्ति में लवलीन हो गया और इसके पश्चात् सगीत-आयोजनों से इतर हर्शेल ने एक भी क्षण व्यर्थ नहीं गवाया। यथाय में उसका घर एक फैंटरी बन गया। कैरोलाइन और उसका भाई अलेक्जेंडर, जो उसके साथ रह रहे थे, काय में प्रवृत्त होने को विवश हुए। कैरोलाइन के सस्मरण इस कायापलट का विवरण देते हैं

"मैंने प्रत्येक कमरे को वर्षापाप में रूपान्तरित होते देखा। सुचारु ढंग से व्यवस्थित ड्राइंग-रूम में एक बड़ई ट्यूब और मभी भाति के स्टैण्ड बना रहा होता। अलेक्स धूमने वाली बृहदाकार मशीन बेंडरूम में रख रहा होता। विश्राम करने का प्रत्येक क्षण उत्कठा से किसी भी कार्य को करने के लिए छीन लिया जाता और उसके निरन्तर स्वयं को प्रापति में डालने के अतिरिक्त बहुत-सी भालर (जा उस समय तक पुरानी पड चुकी थी) पिघले हुए पदार्थ इत्यादि द्वारा फट गयी और उनके चिथड़े उड़ गए।"

उसके नीचे के कमरे में भट्टी और पिघलान का अग्निबुण्ड बनाने और 30-फुट के दूरदर्शक के दर्पण को ढालन का प्रयास करने से यह आपत्ति और भी अधिक बढ़ गयी। लगभग पाच सौ पौंड धातु लगी, दपण उन दिनों स्पन्मूलम से, जोकि ताव और राग का मिश्रण होता है, बनते थे और

गहरी पालिश लेते थे। मूढम चिकनी मिट्टी से निर्मित माचे का उपयोग किया जाता जिममे कोयला जनाकर उसे मरत बनाया जाता। पहले पिछली धातु चुपचाप बहती रही, तत्पश्चात् दशकों को आतंकित करती हुई भट्टी पिघलने लगी। राख के छिद्र में गिरती हुई धातु शीघ्र ही फँस गयी। अब यह पत्थर के फर्श तक पहुँची, पत्थर के छोटे छोटे टुकड़े हवा में छिटक गए, शापनेल की गोलियों की भाँति ये टुकड़े छत तक ऊँचे उड़ रहे थे। दोगो भाई और कमचारी भागे, अन्त में हर्श्वेल गर्भी और थकान से टूटकर ईंटों के ढेर पर गिर गया। (चित्र पृष्ठ 62)

इस भाँति दूरदशक निर्माण का व्यावहारिक काय होता रहा। दपणों को ढालने, रगड़ने और पालिश करने का, वर्षों का अनुभव सघटित होता रहा, जब तक कि हर्श्वेल के दपण असदिग्धरूपसे उस समय के सर्वोत्तम और बड़े दपण नहीं बन गए। कैरोलाइन हमें बताती है कि किम भाँति उसका भाई मोलह-मोलह घटे अपने दपणों पर कठिन परिश्रम करते हुए व्यतीत कर देता कि "उसे जीवित रखने के लिए" वह "खाना खिलाने के लिए उसके मुख में खाने के टुकड़े रखने की विवश थी।" अन्य समय वह जोर-जोर से पढ़कर अपने भाई की क्लान्ति दूर करने का प्रयास करती।

हर्श्वेल के खगोल विज्ञान को अधिक से-अधिक समय देने से धीरे-धीरे सगीत आयोजनों और उसके शिष्यों की संख्या कम होती गयी। 1781 तक दो सौ 7-फुट, एक सौ पचास 10-फुट और अस्सी 20 फुट फोकस-दूरी वाले दपणों का निर्माण हो चुका था। इनमें से कई के दूरदशक बना दिए गए जो काफी बड़ी रकम पर बिके। उदाहरणतः 25 फुट फोकस-दूरी वाला दूरदशक, स्पेन के राजा को तीन हजार गिन्नियों में बेचा गया।

इसके साथ-साथ हर्श्वेल सम्पूर्ण आकाश का सर्वेक्षण करने के अपने महत्वाकांक्षी प्रोग्राम में भी व्यस्त रहा और अपने जीवन में उमने वस्तुतः अपनी योजना के अनुसार चार बार आकाश का निरीक्षण किया, प्रत्येक बार पहले में उच्छुद्ध दूरदशक के साथ।

दूमरी जार के सर्वेक्षण से उसे अमरता प्राप्त हुई। प्रेक्षकों और सैद्धांतिक खगोल-विज्ञान में उमने बहुत-से प्रतिभामय कृत्य किए, किन्तु हर्श्वेल का स्मरण मुख्यतः 13 मार्च 1781 के अन्वेषण के कारण किया



टुकड़े गोलीयों की भाँति छत तक ऊँचे उड़ने लगे ।
हरबैल इटों के ढर पर गिर गया ।

जाता है ।

सतर्कता और अश्रान्ति से प्रत्येक वस्तु का, जो उसके दूरदर्शक की पहुँच में थी, निरीक्षण करते हुए उस सध्या को दस बजे के पश्चात् वह आकाश के नियमित प्रेक्षण में व्यस्त था । निरीक्षण क्षेत्र में तारों से भिन्न एक वस्तु दिखाई दी ।

“H-जेमिनोरम के सान्निध्य के छोटे तारों का निरीक्षण करते हुए,” उसने लिखा, “मैंने एक तारा देखा जो प्रत्यक्षतः अन्य तारों से बड़ा था, उसकी असामान्य आकृति से विस्मित होकर मैंने उसकी तुलना H-जेमिनोरम और अर्रिंगा और जेमिनी के मध्य के लघु तारों से की, और इसके उन सबसे भी दीर्घकाय होने पर मुझे सशय हुआ कि यह धूमकेतु होगा ।”

उत्कृष्ट दूरदर्शक में आवधन होने पर भी तारा, तारे की भाँति दिखाई देता है जबकि धूमकेतु या ग्रह की स्पष्ट आकृति दृष्टिगत होती है, इसलिए यह विस्मयजनक नहीं कि हर्शेल ने सोचा कि हो सकता है उसने धूमकेतु की खोज की हो । चार रात्रियों के पश्चात् जब उसने पाया कि छोटे तारे के सापेक्ष वस्तु की स्थिति परिवर्तित हो गयी है, तो उसका विचार दृढ़ हो गया । उसने उसकी स्थिति के क्रमबद्ध माइक्रोमीटर माप लेने प्रारम्भ कर दिए और अपनी इस खोज की सूचना ग्रीनविच और ऑक्सफोर्ड प्रेक्षण-शालाओं को दी ।

रॉयल ज्योतिर्विद् मैस्केलिन ने स्वयं इसका प्रेक्षण किया और निणय किया कि या तो यह धूमकेतु है या नया ग्रह । पहला विचार दूसरे की अपेक्षा अधिक यथाथ प्रतिभासित हुआ क्योंकि प्राक्कालीन समय से ज्ञात पाँच ग्रहों—बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति और शनि—के पश्चात् यह अकल्पनीय प्रतीत होता था कि उनकी सख्या में इतनी देर पश्चात् योग हो सकता है । सम्पूर्ण यूरोप में ‘धूमकेतु’ का, इसकी खबर फैलने के पश्चात्, प्रेक्षण हो रहा था । इसकी परिवर्तित स्थितियों के प्रेक्षण का परिकलन होने पर, विभिन्न गणितीय ज्योतिर्विदों ने इसकी कक्षा का अनुकलन किया, यह भू कक्षा से उन्नीस बार अधिक अधव्यास की लगभग वृत्ताकार कक्षा में भ्रमण करता पाया गया । वास्तव में यह नया प्रधान ग्रह था जो तब तक के सौर परिवार का सबसे बाहरी ग्रह था, जो सूर्य से शनि ग्रह की दुगुनी

दूसरी पर था।

कहा जाता है कि हर्श्वेल का अन्वेषण सयोगवश हुआ, परन्तु वास्तव में यह उसकी उपलब्धि का सम्यक् मूल्यांकन नहीं। ग्रह-कक्षा का अनुकूलन होने पर पहली तिथियों पर उसकी स्थिति ज्ञात करना सम्भव हो गया और पाया गया कि 1690 से 1781 तक यह सत्रहवीं बार से कम बार ज्योतिर्विदो, फ्लेमस्टीड, पहला रॉयल ज्योतिर्विद, और ब्रैंडले को भी परिगणित करते हुए पयवेक्षित नहीं हुआ। प्रत्येक ने उसके दृष्टिगत होने पर उसे तारा समझा, किसी ने भी उसकी गति या मडलक को इंगित नहीं किया। एक व्यक्ति ने निरन्तर चार रात्रियों तक उसका प्रेक्षण किया। हर्श्वेल, प्रत्येक वस्तु को निकटवर्ती दीर्घ आवधन से निरूपित करने के तरीके की वजह से इस ग्रह की असामान्य आकृति चिह्नित करने में सफल हुआ। सम्भवतः उसके विशिष्ट दूरदशक ही उस समय समार-भर में ऐसे थे जिन्हें इस ढंग से प्रयुक्त किया जा सकता था। इसके अतिरिक्त यह कहना कि उसने सयोगवश 13 मार्च को यूरेनस का प्रेक्षण किया मुख्य बात को छोड़ देना है। हर्श्वेल आकाश की प्रत्येक वस्तु का नियमित सर्वेक्षण करने में निरत था, इसलिए यह अपरिहाय था कि वह अपने ग्रह को खोज लेता। जैसा कि उसने कहा, "यदि किसी कायवश मैं उस सध्या को व्यस्त रहता तो दूसरी सध्या को अवश्य ही उसे अन्वेषित कर लेता। मेरे दूरदशक इतने श्रेष्ठ थे कि मैंने ज्यो ही उसे देखा तो ही उसके ग्रहों जैसे मडलक को पहचान लिया।"

बाथ के इस प्रतिभासम्पन्न नौसिखिये ज्योतिर्विद के इस अन्वेषण का गहन प्रभाव विद्वज्जनों पर हुआ और कुछ ही महीना में हर्श्वेल को अन्तर्राष्ट्रीय ख्याति प्राप्त हो गई। मई में वह नदन गया, वहाँ रॉयल सोसायटी द्वारा उसका स्वागत हुआ। उसी वर्ष उसे सोसायटी का 'कोपले पदक' प्रदान किया गया जो प्रत्येक वर्ष मानव-ज्ञान में महत्वपूर्ण वृद्धि करने वाले वैज्ञानिक को दिया जाता था। सर्वसम्मति से दिसम्बर में उसे सदस्य निर्वाचित किया गया और सम्मान के प्रतीक-रूप उसने चढ़ा नहीं लिया गया। मई 1782 की वसन्त ऋतु में उसे राज्यसभा में बुलाया गया जहाँ उसने अपने नाम की व्याख्या जाज तृतीय और राज्य परिवार के सदस्या के सम्मुख की, उसे 200 पाँड प्रतिवर्ष के वेतन पर रॉयल सोसायटी का ज्योतिर्विद नियुक्त कर दिया

गया। राजकीय ज्योतिर्विद् के इस नवीन पद के कुछ कतव्य भी थे, किन्तु इसे पूर्व-प्रतिष्ठापित रॉयल ज्योतिर्विद् के पद के साथ सम्बद्ध नहीं करना चाहिए जो रॉयल ग्रीनविच प्रेक्षणशाला का काय-निर्देश करता है।

नए ग्रह का नामकरण करना था। हर्शेल ने अपने अन्वेषक होने के आधिपत्यानुसार, अपने राजकीय आश्रयदाता पर इसका नामकरण जॉर्जियम साइडस करना चाहा। ज्योतिर्विदों के मध्य यह नाम लोकप्रिय नहीं हुआ। अन्त में सौर परिवार के अन्य सदस्यों की परिपाटी में इसका नाम यूरेनस रखना निश्चित हुआ। परन्तु अपने गैप जीवन में हर्शेल निष्ठा से अपने सप्ताह को जॉर्जियम साइडस कहकर सम्बोधित करता रहा।

सगीतज्ञ के रूप में उसका कैरियर समाप्त हो चुका था, चाहे विश्रान्ति के लिए वह सदैव सगीत में रुचि लेता रहा। अब से वह ज्योतिर्विद् था—स्वच्छ रात्रियों में घंटों प्रेक्षण करता हुआ, बड़े और शक्तिशाली दूरदर्शकों का निर्माण करने में मग्न, अपने धारावाहिक सतत अन्वेषणों पर लेख लिखता और यूरोप-भर के वैज्ञानिकों से पत्र व्यवहार करता रहा। इन सब कार्यों में कैरोलाइन ने अपना सहयोग दिया। इसके अतिरिक्त बहुत-सा विशिष्ट अतिथि हर्शेल के घर स्वयं, उस व्यक्ति को जिसने एक सप्ताह का पता लगाया और उसके दूरदर्शक से, रात्रि-नभ का प्रेक्षण करने आते। उसके 40 फुट फोकस-दूरी और 4-फुट दपण का परावर्तक पूर्ण होता, इससे पूर्व ही बहुत-से व्यक्ति उसकी दीवकाय ट्यूब को देखने आए। उनमें राजा जाज तृतीय और कैंटरबरी के आर्चबिशप भी थे जिन्हें राजा की बात का अवबोधन करने में थोड़ी कठिनाई हुई, यह देखकर राजा ने अपना हाथ बढ़ाकर कहा, "आइए, लाड बिशप, मैं आपको स्वर्ग का माग दिखाऊंगा।"

निश्चित ही हर्शेल को अपने अतिथियों को अपना उपकरण दिखाने और उन्हें उसका उपयोग करने की अनुमति देने में समय व्यर्थ करना बुरा लगता था परन्तु वह सभी अभ्यागतों का स्वागत, सहनशीलता और शिष्टता से करता।

यूरेनस का अन्वेषण हर्शेल के कई महत्वपूर्ण क्षणों में से था। जैसे उसके दूरदर्शक श्रेष्ठ होते गए वह तारकीय अन्तरिक्ष की गहनतम-में-गहनतम गहराइयों का अन्वेषण करने का प्रयास करता गया। निस्सन्देह वह

तारकीय या नक्षत्रीय विश्व को तीसरी विमा देने वाला पहला ज्योतिर्विद् था।

हर्शेल के युग तक अधिकतर प्रयास और समय सौर परिवार के पिंडों और उनकी गतियों का अध्ययन करने या दिव्य गोले पर तारों की अधिक-से-अधिक यथाय स्थिति को चिह्नित करने में व्यतीत किया जाता। हर्शेल के अनुसंधान मुद्दर तक उम तारकीय तंत्र की, जिससे सूर्य सम्बद्ध है, आकृति का प्रतिष्ठापन करते थे। वर्षों के अत्यधिक परिश्रम के पश्चात्, जिनमें एक भी स्वच्छ रात्रि ऐसी नहीं थी जब हर्शेल ने घटो आकाश की सभी दिशाओं के छोटे क्षेत्रों के तारों की गणना करने में व्यतीत न किए हो, वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि तारकीय तंत्र सान की आकृति का है जो लगभग वृत्ताकार है, जिसका मध्यभाग आकाशगंगा है जो एक रिबन के समान है और जिसे हम स्वच्छ रात्रि में आकाश के पार फैला देख सकते हैं। उसने अनुमान लगाया कि सूर्य की स्थिति इस सम्पूर्ण तंत्र के मध्यभाग के सन्निकट है।

प्रत्येक भौति की दिव्य वस्तुएँ, द्विक तारे, तारा-समूह, काले और चमकदार अस्पष्ट धब्बे जिन्हें निहारिकाएँ कहते हैं, इन सर्वेक्षणों के मध्य ज्ञात हो गए। निष्ठावान कैरोलाइन के अथान्त सहयोग से सभी का सततता से निरीक्षण किया गया और उनकी सूची बनायी गयी। विलियम, बाहर से, जिसकी एक आख दूरदशक या माप की स्केल पर जमी होती, प्रेक्षित वस्तुओं के आकार-प्रकार और स्थिति के सम्बन्ध में बताता जाता, जब कि साथ के छोटे कमरे में बैठी उसकी बहन इन सूचनाओं के पन्ने पर पन्ने लिखती जाती। इनमें से कुछ नोट्स में, हर्शेल कौसी अवस्थाओं में अक्सर कार्य करता था, इसका उल्लेख मिलता है।

“यथाय दृष्टिक्षेपण के लिए धुंध से कोई अवरोध उपस्थित नहीं होता था। मेरे 7-फुट दूरदशक की ट्यूब बर्फ में ढक गयी है, फिर भी मुझे स्पष्ट दिखाई देता है एक से अधिक बार, किसी तारे को देर तक देखने पर, मैंने पाया कि मेरे पाँव ज़मीन पर जम गए हैं बहुत घना कुहरा मेरे शीशों पर जम गया है सारी जगह बर्फ से ढक गयी है, फिर भी मुझे साफ़ दीखता है।”

इस भौति काम होता रहा। उसने सबसे पूर्व हैली द्वारा ज्ञात तारकीय गतिमों के माप से सौर-गति को प्राप्त कर उसने साभिध्य के तारों

के सापेक्ष सूय-गति पर एक लेख प्रकाशित किया। उसने मालूम किया कि समीपवर्ती तारायुग्म वास्तव में ऐसे तन हैं, जिनमें एक तारा दूसरे के इर्द-गिद, संभवतः न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार घूमता है। उसने चंद्रमा की पहाड़ियों की ऊंचाई मापी, मंगल ग्रह के ध्रुवों की सफेद टोपियों को लक्षित किया और उन्हें बर्फ बताकर उनका सही निरूपण किया। उसने इस ग्रह के चिह्नों का प्रेक्षण कर, उसके अपनी धुरी पर सवृत्त होने की अवधि 24 घंटे 39 मिनट 21.67 सेकंड, जिसमें सवश्रेष्ठ आधुनिक मान से केवल दो मिनट का अन्तर है, ज्ञात की।

बहुत-से अवसरों पर, उसने अपने ग्रह यूरेनस का, जिसके अन्वेषण से वह विख्यात हुआ था, प्रेक्षण भी किया। सतर्क माप द्वारा उसने उसका व्यास पृथ्वी के व्यास से पंचगुना पाया, जो कि काय की कठिनाई को देखते हुए, अत्यधिक प्रामाणिक मान था। 1787 में उसने उसके पहले दो उपग्रह उपलब्ध किए तथा 1797 में उसने चार और पाने का दावा किया। इसमें वह निश्चित ही ग्रह के मानिष्य के धुंधले तारों द्वारा भ्रमित हो गया होगा क्योंकि उसके बाद ज्ञात तीन में से कोई भी उपग्रह उसके द्वारा बताए गए चार उपग्रहों से मेल नहीं खाता।

अपने प्रत्येक खाली क्षण का वह ज्ञान-वर्धन करने के लिए उपयोग करेगा, अपने जीवन के अन्त तक उसने अपने जीवन के इस प्रण को निभाया। 76 वर्ष की आयु में अपने इस उद्यम में सलग्न वह कह सकता था "किसी श्रेय मनुष्य ने मुझसे पूर्व अंतरिक्ष की उतनी गहराई का प्रेक्षण नहीं किया जितना मैंने किया। मैंने ऐसे तारों का प्रेक्षण किया है जिनका प्रकाश पृथ्वी तक पहुँचने में बीस लाख वर्ष लेगा, यह सिद्ध किया जा सकता है।"

83 वर्ष की आयु में उसका देहान्त हुआ। 97 वर्ष की आयु तक करोलाइन जीवित रही, उस विषय में गभीरता से रुचि लेते हुए जिसमें उसके भाई ने अभूतपूर्व योगदान दिया था, सम्पूर्ण यूरोप के ज्योतिर्विदों से सम्पर्क रखते हुए अन्त तक उसने प्रतिभा को स्थिर रखा।

सन् 1962 में, बकले (कैलीफोर्निया) की सभा में, अन्तर्राष्ट्रीय ज्योतिर्विज्ञान संघ की ग्यारहवीं जनरल असेम्बली के अवसर पर ग्रिलर क्वार्टेंट ने सर विलियम हर्शेल द्वारा निर्मित दो बॉसटॉन बजाए ताकि

विशिष्ट ज्योतिर्विदा की अन्तर्राष्ट्रीय असेम्बली को अपने विख्यात महयागी द्वारा निर्मित सगीत-सरचनाओं का रसास्वादन करने का अवसर प्राप्त हो सके। वायु के सगीत-निर्माता को यह मुश्चिपूण श्रद्धाजलि अर्पित की गयी थी जिसने रात्रि-नभ में न केवल विश्व का चल्कि अपनी सच्ची नियति का अन्वेषण भी किया।

दूरदर्शक के बिना प्रेक्षण

1781 में हर्शेल द्वारा यूरेनस ग्रह की खोज करने के समय से अनेक ज्योतिर्विदों द्वारा वह निरन्तर प्रेक्षित होता रहा। सन् 1821 के अन्त तक काफी मात्रा में प्रेक्षित सामग्री एकत्रित हो गयी। इन चालीस वर्षों में यूरेनस की लगभग आधी कक्षा का सूर्य के इद-गिद प्रेक्षण हो गया, जिससे गणितीय ज्योतिर्विद् ग्रह-कक्षा का सही-सही परिकलन कर सके। इस परिकलन में, बृहस्पति और शनि, बृहदाकार ग्रहों के बाधक आकर्षण को भी ध्यान में रखा गया।

यह सुविदित है कि जब नयी कक्षा के ग्रह की भूतकालीन स्थितियों का आकलन करने से ज्ञात हुआ कि 1690 से 1781 तक इसे अनेक बार प्रेक्षित किया गया था, चाहे प्रेक्षकों ने इसे तारा समझकर इसके अन्वेषक होने का मौका खो दिया। अन्य तारों के अभाव में असदिग्ध रूप से यह प्रेक्षण यूरेनस के थे जो कक्षा द्वारा निर्धारित प्राक्कालीन स्थितियों के सम्पात में नहीं थे। जैसे-जैसे वर्तमान से सुदूर व्यतीत के काल का निर्धारण करने का प्रयत्न किया गया, सैद्धान्तिक एवं प्रेक्षित स्थितियों में विमगति बढ़ती गयी।

यह भी पाया गया कि 1690 से 1781 तक के प्रेक्षण के आधार पर क्रमबद्ध कक्षा की सगणना की जा सकती है, परन्तु ऐसा करने पर इस कक्षा से 1781 से 1821 तक की पूर्वनिर्देशित सैद्धान्तिक स्थितियों में और इस अवधि के मध्य प्रेक्षित स्थितियों में पूर्ण समानता नहीं है।

उस युग के कुछ ज्योतिर्विदों ने सुझाव दिया कि इस विमगति का कारण प्राचीन प्रेक्षण ('पूर्व निर्धारित') है जो नवीन अन्वेषणों से कम सभ्यक है। यह ज्ञात होने पर कि 1821 के पश्चात् के प्रेक्षण 1781 से 1821 तक के प्रेक्षणों पर आधारित कक्षा की पूर्वानुमानित स्थितियों से, अधिक-से अधिक

भिन्न होते जाते हैं—जह स्पष्टीकरण निरघा हो गया । 1884 मे यह वि सगतियाँ चाप की दो मिनट की अर्थात् 150 फुट की दूरी पर हॉफपैनी द्वारा निर्मित कोण के बराबर थी । ज्योतिर्विज्ञानानुमार यह कोण बहुत बडा है, जबकि एक दूसरे से इतनी दूरी पर स्थित तारे सामान्य दृष्टि के व्यक्ति को एक ही प्रतीत होंगे ।

शीघ्र ही इन विमगतियों का एक दूसरा स्पष्टीकरण कुछ ज्योति-विदो को सूझा । उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ मे बृहस्पति और मंगल दोनों ग्रहो की कक्षाओ के बीच अनेक छोटे छोटे ग्रह पाए गए । ये आविष्कार और यूरेनस का आधुनिक युग मे अवेपित किया जाना इन तथ्यों के कारण काफी ज्योतिर्विदो को मशाय हुआ कि सम्भवत अभी तक अज्ञात कोई ग्रह यूरेनस से भी विशाल कक्षा मे घूम रहा है, जो यूरेनस की कक्षा मे पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण के कारण बाधा उत्पन्न करता है ।

यूरेनस-कक्षा के सगणकबोधवर्द्ध, सर जॉन हर्श्वेल (विलियम का पुत्र) और रॉयल ज्योतिर्विद् जाज ऐरी ने इस सम्भावना को माग्गता दी । फिर भी ऐरी को विश्वास नही था कि इस अपरिचित पिंड का स्थान कभी ज्ञात हो पाएगा । 1831-2 के दौरान ज्योतिर्विज्ञान की अवस्था की रिपोट ब्रिटिश एसोसिएशन को देते हुए उसने यूरेनस की समस्या को इंगित किया । सयोग वश दस वष पश्चात् एक युवा व्यक्ति ने इस रिपोट को पढा और वह एक ऐसे निष्कप पर पहुँचा जिसके कारण उसका जीवन परिवर्तित हो गया । उसे सम्मान और ख्याति प्राप्त हुई । उसे भयकर अन्तर्राष्ट्रीय विरोध और द्वेषभावना का सामना करना पडा । और आज उस निष्कप को अनेक व्यक्ति 'यूटनीय गुरुत्वाकर्षण की श्रेष्ठतम उपलब्धि मानते है ।

यह युवा व्यक्ति जॉन काउच ऐडम्स था । 1819 मे कानवाल के लिडकोट फाम मे इसका जन्म हुआ । प्रारम्भ मे यह अपने घर के नजदीक लकास्ट के स्कूल मे प्रविष्ट हुआ । ग्यारहवें वष की आयु मे उसका पिता उसे एक सम्बन्धी के घर ले गया, जिसका पुत्र जॉन की आयु का था । मुलाकात के दौरान अपने आनन्दविभोर पिताओ के सम्मुख दोनों लडको ने एक-दूसरे को गणित का एक-एक प्रश्न हल करने के लिए दिया । दोनों लडके एक-दूसरे द्वारा प्रदत्त समस्या का हल नही पा सके, इसलिए उनसे अपनी-अपनी

समस्या का हल करने के लिए कहा गया। ऐडम्स ने विना किसी कठिनाई के अपनी समस्या का हल कर दिया जब कि दूसरे बालक ने पाया कि उसकी समस्या असाध्य है। ऐडम्स की परीक्षा लेने के लिए, वहाँ के स्थानीय स्कूल-मास्टर को, जिसे गणित का अच्छा ज्ञान था, बुलाया गया। पुन ऐडम्स की विजय हुई, तब उसके पिता के सम्बन्धी ने कहा, "यदि यह मेरा लडका होता तो मैं इसे कॉलेज भेजने के लिए, अपने सिर की टोपी बेच देना अधिक उचित समझता।"

ऐडम्स के माता-पिता की स्थिति अच्छी न थी। वे जानते थे कि उसे अच्छी शिक्षा देना उनके लिए असम्भव है, फिर भी उन्होंने प्रयास करने का निश्चय किया।

1831 में जॉन को डेवनपोर्ट के स्कूल में भेजा गया। स्थानीय मिर्कनिक्स इस्टीट्यूट में उसे गणित की पुस्तकें और ज्योतिर्विज्ञान पर किए कार्यों की रूपरेखा प्राप्त हुई। वह शरीर-विज्ञान सहित वैज्ञानिक विषयों पर अपनी इच्छानुसार कक्षाओं में जाता। 1834 में सर जॉन हर्शेल की 'ज्योतिर्विज्ञान' नामक पुस्तक उसे स्कूली पुरस्कार में प्राप्त हुई, जिसमें उसके मस्तिष्क को नयी दिशा प्राप्त हुई। 1835 में उसने हैली के धूमकेतु का अवलोकन किया। सोलह वर्ष के बालक ने अपने घर लिखा "शायद आप मेरी प्रसन्नता का अनुमान कर पाएंगे कि कितने आह्लाद से मैंने उस धूमकेतु का प्रेक्षण किया, जिसके आगमन ने 380 वर्ष पूर्व सम्पूर्ण यूरोप को आतंकित कर दिया था, किन्तु आज जिसका आगमन ज्योतिर्विदों को उनके परिक्लन और पूर्वानुमान का यथाथ प्रमाण उपस्थित करने के कारण प्रफुल्लित कर देता है।"

1837 में जॉन स्थानीय लोगों के पुत्रों को पढ़ाकर अपनी आजीविका कमाने लगा। 1839 में वह कैम्ब्रिज जाने के लिए तैयार हुआ। पूरा परिवार उसे कोच तक छोड़ने आया। गाड़ी को कैम्ब्रिज पहुँचने में दो दिन और रात लगे।

स्नातक होने से पूर्व मूनिर्वसिटी में उसका जीवन विशिष्ट एवं प्रसन्नतापूर्ण था। व्याख्यान और अध्ययन के अतिरिक्त वह मित्रों के साथ लम्बी सड़ या रात्रि भोजन की पार्टियों में जाता। ऐडम्स नगीत का गीर्वाण

था और अक्सर गाकर अपने मित्रों का मनोरंजन करता। वह चुस्त अखाटे राज भी था। उसका कैरियर विशिष्ट था, कभी कभी ज्योतिर्विज्ञान की हावी के कारण उसके नियमित अध्ययन में विघ्न पड़ता। गणित में प्रथम आने पर उसे छानवृत्ति और पुरस्कार प्राप्त हुए और उसे कुशाग्रबुद्धि विद्यार्थी माना जाने लगा। 1843 में गणित के ट्राइपॉस इम्तिहान में उसके चार हजार से भी अधिक नम्बर आए जबकि वैशफोथ के, जो द्वितीय था, दो हजार से भी कम नम्बर थे। परीक्षाओं में देखा गया कि ऐडम्स पहले चांग घटे प्रश्नों को पढ़ने और समझने में लगा देता है और उसके पश्चात् मात्र उनके उत्तर लिख देता है जिन्हें वह पहले ही दिमाग में हल कर चुका होता है।

अठारह माह पूर्व उसने अपनी डायरी में लिखा "3 जुलाई 1841, एक योजना, डिग्री लेने के पश्चात्, जितनी जल्दी मभव हो सकेगा, इस सप्ताह के प्रारंभ में, यूरेनस की गति की अनियमितताओं का, जिनका समाधान अभी तक नहीं हो पाया, अन्वेषण कि क्या इह इममें अग्रगामी अज्ञात ग्रह के कारण कहा जा सकता है, यदि सभव हो सका तो अशत उसकी कक्षा के तथो का निरूपण, जिसमें उसका अन्वेषण मभव हो पाएगा।"

उसने स्वयं को कठिन काय सौपा था और उसके पास इसे पूरा करने की गणितीय क्षमता थी। वर्षों में यूरेनस की प्रेक्षित एवं निर्देशित असह्य विमगतियों द्वारा उसे एक अज्ञात द्रव्यमान के, अज्ञात आवृत्ति एवं आकार की कक्षा में भ्रमित अज्ञात ग्रह की ढढना था। ग्रहीय कक्षा के विवरण और उनमें ग्रहा की स्थिति एवं उनका द्रव्यमान ज्ञात होने के पश्चात् भी उनके पारम्परिक गुरु-बाधण द्वारा उत्पन्न व्याघातों को लम्बी अवधि तक सगणित करना दुःसाध्य राय था। ऐडम्स इसके प्रतिबुल ममस्या का सामना कर रहा था जो इमसे भी अधिक विपम थी। सितम्बर 1845 तक ऐडम्स ममस्या का समाधान कर चुका था, यूरेनस के व्यवहार का उत्तर अज्ञात ग्रह है, यह उसे ज्ञात हो गया था और उसने उसकी कक्षा की सगणना कर ली थी। उसने अपना निष्कर्ष रॉयल ज्योतिर्विद् को भेजा और ग्रह की स्थिति को चिह्नित करने हुए उसे अपने दूरदर्शक द्वारा प्रेक्षित करने को निम्ना।

लेगी तो इस पूर्वकथन में शकना अधिक विश्वास नहीं था कि वह -

अपनी ऑब्जर्वेटरी के काय को स्थगित कर नए ग्रह का दूरदर्शकीय अन्वेषण करने का निणय लेता। उसने ऐडम्स को सुझाव दिया जिस नए ग्रह के सिद्धान्त से तारो के परिप्रेक्ष्य में यूरेनस की प्रतीयमान स्थिति और विसंगतियों का स्पष्टीकरण हो जाता है और उसकी स्थिति का अनुकलन भी हो पाता है उससे अब यह ज्ञात करे कि क्या उसका सिद्धान्त यूरेनस की दूरी की त्रुटियों के लिए भी सम्यक् होगा। ऐरी के इस सुझाव से स्पष्ट लक्षित होता है कि उसे, समस्या किस बारे में है, इसका बोध नहीं था क्योंकि यूरेनस का स्थिति-संशोधन अनिवायत दूरी-संशोधन से सम्बद्ध था।

ऐडम्स बहुत निराश हुआ। उसे अपने अज्ञात ग्रह के अस्तित्व का पूर्ण विश्वास था। नए ग्रह के लिए सगणित कक्षा को अधिक सटीक बनाने के प्रयास में उसने आगामी महीनों में दुबारा परिश्रम करना शुरू कर दिया था। कैंब्रिज में सेंट जॉन्स कॉलेज की ऑब्जर्वेटरी में उसने छोटे यंत्रों का निर्माण प्रारम्भ कर दिया, जिसके सम्बन्ध में उसने बाद में लिखा, "इस विशिष्ट ध्येय के साथ, यदि कोई भी इस विषय में रुचि नहीं लेगा तो, ग्रह की खोज मैं स्वयं करूँगा।"

इस भाँति सितम्बर 1845 में ग्रह ढूँढने का पहला मौका हाथ से जाता रहा।

इसी बीच ऐडम्स से अपरिचित फ्रांस के एक युवा व्यक्ति, जीन जोसफ लेवेरियर ने भी इसी समस्या का समाधान ढूँढने का निश्चय किया। 1811 में लेवेरियर का जन्म हुआ और ऐडम्स की भाँति उसने भी कुशल गणितज्ञ की ख्याति के साथ स्कूल छोड़ा। 1846 में पेरिस में इकोल पोली-टेक्नीक के स्टैनिसलाँस कॉलेज में प्रशिक्षक रहने के पश्चात् उसे विज्ञान-सकाय में ज्योतिर्विज्ञान का प्रोफेसर नियुक्त किया गया। यूरेनस की समस्या से आकर्षित होने से पूर्व काफी मात्रा में ज्योतिर्विज्ञान पर उसके महत्वपूर्ण लेख प्रकाशित हो चुके थे जिनसे वह और विख्यात हो गया था।

नवम्बर 1845 में लेवेरियर का यूरेनस पर पहला सस्मरण प्रकाशित हुआ। इस सस्मरण में वह किसी अज्ञात ग्रह के अस्तित्व की संभावना पर विचार नहीं करता। 1 जून 1846 में अपने दूसरे सस्मरण में वह बताता है कि यूरेनस के व्यवहार का कारण आज कोई अज्ञात ग्रह ही हो सकता है

और इस समस्या के समाधान में वह नए ग्रह की स्थिति से अवगत कराता है।

तीन सप्ताह पश्चात् इस सस्मरण की एक प्रति ऐरी को प्राप्त हुई। उसे यह देखकर आश्चर्य हुआ कि लेवेरियर द्वारा निर्णित नए ग्रह की स्थिति ऐडम्स द्वारा अनुकूलित स्थिति से एक डिग्री तक मिलती है।

आखिर उसने काय करने का निश्चय किया। ज्योतिर्विज्ञान के प्लूमियन प्रोफसर और केम्ब्रिज ऑब्जर्वेटरी के डायरेक्टर जेम्स चैलिस से ग्रह को खोजने के लिए कहा और आवश्यकता पड़ने पर अपने बमचारी बग के अनुभवी सदस्यों का सहयोग देने के लिए भी कहा। तीन दिन पश्चात् स्थिति की अपरिहायता बताते हुए उसने चैलिस को लिखते हुए कहा—
“तत्कालीन किसी भी कार्य से, जो देरी होने के कारण सम्पूर्णतः नष्ट नहीं होता, उन सबसे इस अन्वेषण की अत्यधिक महत्ता है।”

उस समय तक चैलिस ने नए ग्रह से सम्बद्ध ऐडम्स के अनुकूलन को कोई महत्ता नहीं दी थी जबकि उसके पास भी सितम्बर 1845 से कक्षा के विवरण की एक प्रति थी।

विशाल नाथम्बरलड दूरदर्शक द्वारा 29 जुलाई 1846 को उसने खोज प्रारम्भ की। खोज का ढग ग्रह की पूर्वसूचित स्थिति के आस पास के क्षेत्र में एक सीमित चमक से अधिक देदीप्यमान प्रत्येक तारे की स्थिति को मापना था। किसी एक ‘तारे’ की धीमी गति को चिह्नित कर पाने की प्रत्याशा में इस सर्वेक्षण को अन्तरालों पर दुहराया जाना था। वह गति उस ‘तारे’ का नया ग्रह होना व्यक्त करेगी। स्पष्टतः चैलिस को उसे मडलक द्वारा चिह्नित करने की कोई आशा नहीं थी, जिस भाँति हर्शेल् ने यूरेनस को लक्षित किया था।

29 जुलाई से सितम्बर के अन्त तक चैलिस ने 3,150 स्थितियाँ माप ली थीं। इस अन्त की तिथि में यूरोप में अन्ध घटनाएँ घटित हो चुकी थीं।

18 सितम्बर को बर्लिन ऑब्जर्वेटरी के डॉ॰ गाल को लेवेरियर ने नए ग्रह का सम्भावित स्थान लिखा, और उन्हें उसके पड़ोस में ढूँढने के लिए कहा। उसने इंगित किया कि शायद वह अपने मडलक द्वारा सुगमता से चिह्नित किया जा सकेगा। लेवेरियर का पत्र गाल को 23 सितम्बर को प्राप्त

हुआ। मौसम के स्वच्छ होने पर उसी सध्या को, अपने एक सहयोगी डॉ० ब्रोमिंकर द्वारा निर्मित नए तारा-चाट 'होरा-XXI' को लेकर, गाल ने अपने सहयोगी द'अरेस्ट के साथ दूरदर्शन से खोज प्रारंभ कर दी। चैलिस के दुर्भाग्य से यह नक्शा अभी वितरित नहीं किया गया था।

गाल के दूरदर्शन क्षेत्र में प्रत्यक्ष होने वाले तारों की द'अरेस्ट जाँच करता जा रहा था। अकस्मात् ही क्रम में बाधा पड़ी।

“वह चाट पर नहीं है।” द'अरेस्ट ने उत्तेजित हो कहा।

तारों की आकृति का बहुधुंधला पिंड था। इस सदेहास्पद पिंड को अन्वेषित करने पर ज्योतिर्विदों की उत्तेजना की कल्पना करना सुगम है। रात्रि के व्यतीत होने से पूर्व उसमें गतिके चिह्न लक्षित हुए और आगामी दो सध्याओं के प्रेक्षण से यह गति प्रमाणित हो गयी। इसके अतिरिक्त उसके मडलक का व्यास चाप के तीन सेकंड के लगभग मापा गया, लगभग उतना ही जितना लेवेरियर ने अनुमान किया था। अब कोई सदेह शेष नहीं रह गया था। ऐडम्स के पूर्वकथित स्थान से एक डिग्री के भीतर और लेवेरियर के पूर्वसूचित स्थान से डेढ़ डिग्री स्थान के अन्तर्गत पाया गया, यह नया ग्रह ही था।

अन्वेषण का समाचार प्राप्त होने पर चैलिस ने अपने प्रेक्षणों की जाँच की और सन्ताप अनुभव करते हुए पाया कि वह तीन विभिन्न अवसरों पर ग्रह का प्रेक्षण बिना उसे चिह्नित किए कर चुका है।

“चार दिन के प्रेक्षण के पश्चात्,” उसने ऐरी को लिखा, “ग्रह मेरे हाथ में था यदि मैं प्रेक्षणों की जाँच करता या नक्शे पर चिह्नित करता।” इस कार्य को उसने प्रेक्षणों के सम्पूर्ण होने तक छोड़ रखा था। यदि वह इसे करता तो वह गाल और द'अरेस्ट से कई सप्ताह पूर्व ग्रह को अन्वेषित कर चुका होता।

न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम की इस नयी विजय से सभी स्थानों पर सम्पूर्ण वैज्ञानिक सत्कार और सामान्य व्यक्ति तक स्तम्भित रह गया, खास तौर पर जिस ढंग से यह विजय प्राप्त हुई थी। कि डेस्क पर बैठा एक व्यक्ति अपने मस्तिष्क से न केवल अन्तरिक्ष की गहराइयों में विलुप्त अज्ञात ग्रह की प्रतीय गुरुत्वाकर्षणीय उगलियों के खिचाव का, यूरेनस की अनुकलित एवं प्रेक्षित स्थितियों की लघु विसर्गतियों में अनुभव कर सकता है बल्कि



“बट चाट पर नहीं है !” द मरेस्ट ने उत्तमित हो बहा ।

उसका पदमागण कर ज्योतिर्विद् को सम्यक् स्थान पर अपने दूरदर्शक को स्थित करने का निर्देश भी दे सकता है। मानव-मस्तिष्क के इस अत्युदात्त असामान्य काय से सम्पूर्ण मानव-जाति अचम्भित हो उठी। इसमें आश्चर्य की बात नहीं कि लेवेरियर के देशवासियों ने उसकी सफलता का फ्रांसीसी विज्ञान की सफलता के रूप में स्वागत किया। इसमें भी कोई आश्चर्य की बात नहीं कि इंग्लिश चैनल के दूसरी तरफ के समान्धार से वे क्रोध और गुस्से से भर उठे थे।

नेप्च्यून के अन्वेषण की उद्घोषणा के साथ-ही-साथ, मौर-मडल के नए ग्रह का यह नामकरण किया गया। सर जॉन हर्श्वेल ने ऐडम्स और उसके अनुकलन का सावजनिक प्रेक्षण किया। लगभग इसी के एकदम माथ चैलिम ने बताया कि ऐडम्स के पूर्वानुमान पर आधारित जुलाई के अन्त से इस ग्रह की खोज जारी है।

गुस्से के पहले उवाल में, फ्रांसीसियों एवं बहुत-से अन्य व्यक्तियों को यह लगा कि सच्चे अन्वेषक लेवेरियर की उसके अधिकारों से वंचित किया जा रहा है। जबकि दूसरी तरफ ब्रिटिश ज्योतिर्विद् और विज्ञान के व्यक्ति ऐडम्स के कम-से-कम अन्वेषक होने के सम्मान का समान अधिकारी होने के अधिकार की पुष्टि करने लगे थे। ऐडम्स, लेवेरियर, चैलिम, ऐरी, हर्श्वेल प्रभृति रयाति प्राप्त व्यक्तियों को लेकर उग्र आवेशमय पत्र व्यवहार हुआ। यह बात हर्षित करती है कि नेप्च्यून की घटना के पश्चात् ऐडम्स और लेवेरियर पबके मित्र बन गए, स्पष्टतः दोनों द्वेषभावना से दूर एक-दूसरे के प्रशंसक थे।

रोप के क्षांत होने पर, नेप्च्यून के अन्वेषण की शृङ्खलावद्ध घटनाओं पर दृष्टिपात करने पर, चैनल के दोनों तरफ के व्यक्तियों की अनुभव हुआ कि ऐडम्स को नेप्च्यून का अन्वेषक होने का उतना ही हक है जितना लेवेरियर को। उसके प्रति ऐरी और चैलिम के दुर्व्यवहार का अनुभव भी किया गया, जिसके पश्चात् दानों को कभी चैन नहीं मिला। दोनों की जनममुदायके सम्मुख अपने व्यवहार का स्पष्टीकरण देने के लिए बाध्य किया गया। ऐरी को अपने अत्यन्त मित्र ऐडम सेग्विक के पत्र प्राप्त हुए, जिन्होंने पूछा, "जबकि पिछले जून में लेवेरियर के उन समाधानों का प्रकाशन होने में पूर्व, जिन्हें ऐडम्स

‘पहले’ (सितम्बर 1845 में) ही प्राप्त कर चुका था, तब आश्चर्य इस बात का है कि पूरे यूरोप में इस तथ्य को उद्घोषित क्यों नहीं कर दिया गया कि कैम्ब्रिज का एक स्नातक नौ माह पूर्व ही यह (और ‘इससे अधिक’) उपलब्ध कर चुका है ?” और “जबकि एक सौभाग्यशाली फ्रांसीसी द्वारा ऐडम्स की परिपुष्टि पायी गयी, तब इस तथ्य का प्रकाशन बिना किसी देरी के कर दिया जाना चाहिए था। यदि मात्र इतना ही बताया जाता कि लेवेरियर ऐडम्स के पीछे है, हमारे ज्योतिर्विद् क्षण-भर में सतक हो उठते।”

उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य में ये महत्वपूर्ण प्रश्न थे। हमारे लिए आज के युग में यह ज्योतिर्वैज्ञानिक अन्वेषण, जिस विचित्र रीति से हुआ, अधिक महत्वपूर्ण वस्तु है। ऐडम्स और लेवेरियर दोनों को सदैव नेपच्यून ग्रह के साथ सम्बन्धित किया जाएगा। वे दो व्यक्ति, जो न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम में विश्वास रखते हुए, अपने कुशाग्रबुद्धिसम्पन्न और स्थायी अनुसंधान के कारण ज्योतिर्विज्ञान के इतिहास में एक महान् क्षण उपस्थित करने में सक्षम हुए।

अन्वेषित ग्रह, यूरेनस की अपेक्षा सूर्य से डेढ़ गुना अधिक दूरी पर होने के बावजूद भी आकृति और द्रव्यमान में लगभग यूरेनस का जुड़वा था। दोनों ग्रह पृथ्वी के व्यास के लगभग चार गुना और द्रव्यमान में लगभग पन्द्रह गुना हैं। दोनों का मिथेन (methane) गैस से भरा विपैला वातावरण है। नेपच्यून के दो सुविज्ञात उपग्रह हैं बड़ा वाला ट्राइटन है जो नेपच्यून के अन्वेषण के सत्रहवें दिन पश्चात् नौसिखिये अग्रेज ज्योतिर्विद् लेसल द्वारा ज्ञात किया गया। नेपच्यून की कक्षा निर्धारित होने पर, यह भी पाया गया कि यूरेनस की भाँति इसका अन्वेषण होने से पूर्व, इसे काफी वार प्रेक्षित किया जा चुका था, खास तौर पर लेलड द्वारा 8 और 10 मई 1795 में, परन्तु इसे तारा समझा गया। इन दो तिथियों की विसंगति को लक्षित करते हुए लेलड ने पुरानी तिथि को दोषपूर्ण अनुमानित किया और उसे नेपच्यून का अन्वेषक होने की अमरता का त्याग करते हुए छोड़ दिया।

सम्भव था कि गाल से एक पक्ष पूर्व लेसल ग्रह का अन्वेषण कर लेता क्योंकि उसे डब्ल्यू एच डावेस का, जो ऐडम्स का वाय जानते थे, प्रेरण के लिए सही हिम्मा को इंगित करता हुआ पत्र प्राप्त हुआ था।

दुर्भाग्यवश लेसल के घुटने में मोच आ जाने के कारण उसने मौका खो दिया ।

तत्पश्चात् जीवन में ऐडम्स और लेवेरियर दोनों ने ज्योतिर्विज्ञान में महत्वपूर्ण योगदान दिया ।

लेवेरियर सभी ग्रहों की गतियों के सिद्धान्तों को दुहराने और आवश्यकता पड़ने पर उनकी सरचना करने के महत्वपूर्ण कार्य में व्यस्त हो गया, जिसमें वह चालीस वर्षों तक निरत रहा ।

ऐडम्स, जो सेंट एड्रूज विश्वविद्यालय में प्रोफेसर नियुक्त हुआ, फिर कैंम्ब्रिज में, चैलिस के पश्चात् 1861 में कैंम्ब्रिज ऑब्जर्वेटरी का डायरेक्टर बना । वह खगोलीय यात्रिकी का सुविख्यात विशेषज्ञ माना जाने लगा, खास तौर पर चंद्रमा के गति-सिद्धांत में । आखिर में ऐरी ने स्वयं कहा, "गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्त के प्रकरण पर मैं ऐडम्स को अपना आप्त-गुरु मानता हूँ ।"

नेपच्यून के अन्वेषकों के अनुरूप गणितीय अन्वेषणों द्वारा प्रेरित खोजों से, दोनों व्यक्तियों की मृत्यु के पश्चात् एक अन्य ग्रह प्लूटो (यम ग्रह) 1930 में ढूँढा गया । प्लूटो सूर्य के चारों तरफ इतने विशाल दीर्घवृत्त में परिभ्रमण करता है कि एक चक्कर में 250 वर्ष लगते हैं । शायद यह सौर परिवार का सबसे बाह्य सदस्य है । या सम्भवतः नहीं है । इसे केवल समय बताएगा ।

आकाश में मील के पत्थर

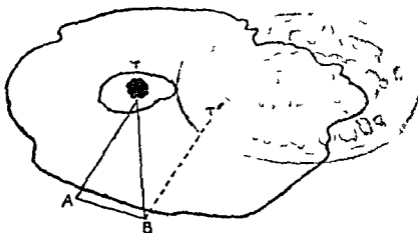
उन्नीसवीं शताब्दी के पहले अर्द्ध भाग में नेपच्यून के अवेषण के अतिरिक्त खगोलविदों की युगा पुरानी तारे की दूरी मापने की महत्वाकांक्षा को भी पूर्ण होते देखा था। अठारहवीं और उन्नीसवीं शताब्दी के दौरान सैंकड़ों-हजारों की सरया में तारकीय स्थितियों का माप अत्यन्त सावधानी से बिना किसी तारकीय लम्बन को पाए, लिया जा चुका था। ब्रैंडले के विषयन एवं हिलने की प्रक्रिया के अवेषण के पश्चात्, इस तथ्य को मायता मिल चुकी थी कि पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाने के कारण सबसे निकट के तारे का भी प्रतीयमान हटाव दूरदशक के वगविभक्त वृत्तों के अनुसार अत्यन्त सूक्ष्म होगा, किन्तु फिर भी उसे मापने के प्रयास जारी रहे।

यदि वास्तव में ऐसा होता जैसा कि कुछ खगोलविद् तब करते थे कि सूर्य एक औसतन तारा है तब उसकी दीप्ति को तुलना सबसे अधिक चमकदार तारे की दीप्ति में कर, यह भ्रमणना की जा सकती थी कि वह तारा सूर्य में सैंकड़ों गुना दूर है। तब तक यह ज्ञात नहीं था कि सूर्य एक तारा है या सभी तारों की एक-जैसी दीप्ति है और इस भाँति की भ्रमणना का कोई महत्त्व नहीं।

आपको याद होगा कि तारकीय लम्बन को मापने के लिए खगोल-विद् विभिन्न स्थितियों से और सुदूर पृष्ठभूमि के परिप्रक्ष्य में उस वस्तु पर दृष्टिनिक्षेप कर उसकी दूरी मापने के सुपरिचित ढंग का उपयोग करता था। यदि आप एक झील के किनारे खड़े हैं जिनमें एक छोटा सा द्वीप है तो आप किनारे से उसकी दूरी निम्नलिखित ढंग से माप सकते हैं —

मान लीजिए उस द्वीप पर एक पेड़ (चित्र में T, पृष्ठ 81) या कोई चिह्नित की जा सकने वाली वस्तु है। हम किनारे पर घरातल की लकीर AB कुछ फुट लम्बी माप लेते हैं। इसके पश्चात् कोणों TAB और TBA

को माप लेते हैं। अब हम त्रिभुज TAB के दो कोण और एक भुजा जानते हैं और इसे किसी उचित पैमाने तक एक कागज पर खींच सकते हैं और TA तथा TB को फुटो में अनुकूलित कर सकते हैं। इससे हमें किनारे से द्वीप की दूरी प्राप्त हो जाएगी।



यदि कोई व्यक्ति A पर खड़ा है तब पेड़ की दिशा AT रेखा के साथ होगी और यदि वहाँ से वह व्यक्ति B पर चला जाता है तो पेड़ की दिशा परिवर्तित होकर BT हो जाएगी। AT के समांतर BT रेखा खींचकर यह सुगमता से सिद्ध किया जाता है कि BT से BT तक का दिशा-परिवर्तन कोण ATB के बराबर है। इस कोण को पेड़ का लम्बन कहते हैं और इसे आधार-रेखा AB से मापा जाता है। यह भी पाया गया है कि आधार-रेखा से जितनी अधिक बड़ी दूरी तो मापा जाएगा, लम्बनीय कोण उतना ही छोटा होगा, अर्थात् प्रदत्त सही कोणीय माप और आधार-रेखा के लिए मापी हुई दूरों की त्रुटि दूरी के बढ़ने के साथ बढ़ती जाती है जब तक कि वह बिन्दु नहीं आ जाता जहाँ लम्बनिक बाण मान की अपरिहार्य त्रुटियों से भी कम हो जाता है।

पृथ्वी की वक्रता का व्यास, तारकीय दूरियों का मापने के लिए सबसे बड़ा विस्तार प्राप्त आधार-रेखा थी और रागोलविदों को इसीमें काय सम्पन्न करना पड़ता था। माप छ महाने के पदचालू लिए जाने ताकि बाद में माप पृथ्वी के सूर्य के धारो और अपने धाधे का मे घूमना के पदचालू लिए जा

मकें । तब पृथ्वी छ महीने पूव की स्थिति मे 186 लाख मील दूरी पर होती । तब भी जिन लम्बनिक कोणो को ज्योतिर्विद् मापने का प्रयास कर रह थे वह चाप के एक सेकंड से भी कम थे उतने जितना कि तीन मील की दूरी पर आधी पंनी द्वारा निर्मित कोण होगा ।

पहला कार्य ठीक तारे का चुनाव था । यदि सब तारो की एक जैसी दीप्ति है तब सबसे समीप का तारा सबसे अधिक दीप्तिमान प्रतीत होगा । परन्तु जैसा कि हम पहले कह चुके ह तब यह ज्ञात न था । यह भी सम्भव था कि सबसे अधिक दीप्तिमान तारा वास्तव मे अधिक दूरी पर असामान्य रूप से चमकदार हो जसकि उमके मानिध्य के धुंधले तारे यथाय मे प्रेक्षक के अधिक निकट हो ।

इस सन्दर्भ मे, दूसरा निर्देशक, धुंधले तारो की पृष्ठभूमि के परिप्रेक्ष्य मे तारो की स्थिति-परिवर्तन करने की दर थी । हैली द्वारा इस क्षेत्र मे शुरु किए काय का काफी ज्योतिर्विदो ने अनुकरण किया और उन्नीसवी शताब्दी के प्रारम्भ तक, जैसा कि इस गति को कहा जाता था, तारो की वास्तविक गति की एक लम्बी सूची उपलब्ध हो गयी । पुन , दूसरे प्रमेयो के समान होने पर, निकट का तारा दूर के तारो की अपेक्षा अधिक तेजी से घूमता प्रतीत होगा ।

1837 मे महान ज्योतिर्विद् फ्रेडरिक विल्हेल्म बेसल ने, जो तीस स अधिक वर्षो तक कोनिगसबर्ग मे प्रशियन ऑब्जर्वेटरी का डायरेक्टर था, तारकीय दूरी मापने की चिरकालीन समस्या को सुलभाने का निश्चय किया । हर्श्वेल के यूरैनम खोजन के तीन बष पश्चात, 1784 मे बेसल का जन्म हुआ और हर्श्वेल की भाति वह भी ज्योतिर्विज्ञान मे घुमावदार रास्ते से प्रविष्ट हुआ ।

आरम्भ मे वह एक व्यावसायिक फर्म मे अप्रण्टिस था । स्वय को अपने काम मे निपुण बनाने के लिए जितना सम्भव हो सकता था, उसने अपनी फर्म के पूर्वी भारतीय व्यापार मे प्रयुक्त विदेशी भाषाओ का अध्ययन किया । उमने नौचानन विद्या का भी अध्ययन किया जो ग्रहो और तारा के प्रेक्षण पर निर्भर होने के कारण उमे ज्योतिर्विज्ञान तक ले गयी । अनुकूलन के अनिवायत प्रयुक्त होने के कारण उमने स्वय को गणित मे भी निपुण

कर लिया ।

अल्प समय में उसके खगोल से सम्बन्धित अनुसन्धानों ने उसे यूरोप-भर में विख्यात कर दिया और हर्शेल की भाँति उसने खगोल-विज्ञान के लिए अपनी सफल जीवनवृत्ति का त्याग कर दिया । 1818 में उसने ब्रँडले की धीनविच ऑब्जर्वेटरी के प्रेक्षणों को कम कर उनकी एक सूची निर्मित कर प्रकाशित की, जिससे 1755 में 3,222 तारों की स्थिति अवगत होती है । इस कार्य को सम्पन्न करने के लिए उसने प्रेक्षणों को घटाने के नियम बनाए, एक ऐसी प्रक्रिया जिसका उपयोग प्रायोगिक त्रुटिरहित अनिवाय सूचना प्राप्त करने के लिए या कम-से-कम उस त्रुटि को ज्ञात करने के लिए किया जाता है ।

तारकीय दूरियों को मापने का निश्चय कर लेने के पश्चात् बेसल का पहला कार्य ठीक तारे का चुनाव करना था । उसने विशाल वास्तविक गति का देदीप्यमान तारा '61 Cygni' चुना, जिसे खगोलज्ञों के मध्य 'वेगशील तारे' के नाम से जाना जाता था । बेसल ने अनुमान लगाया कि यह अथ तारों की अपेक्षा अधिक निकट होगा और निरीक्षण के योग्य भी ।

दो सौ साल पूर्व गैलीलियो ने सुझाव दिया था कि शायद धुंधले तारों के सान्निध्य में उनसे अपेक्षाकृत अधिक चमकदार तारों की स्थिति को मापना सुगम होगा । बेसल ने इसी ढंग को अपनाया । वष भर, छोटे-छोटे अन्तरालों के पश्चात् उसने '61 Cygni' के सान्निध्य के दो धुंधले तारों से उसकी कोणीय दूरी का निरीक्षण किया । उसने हीलियोमीटर नामक विशिष्ट दूरदर्शक का उपयोग किया जोकि उस समय का सबसे अधिक सम्यक यंत्र था और तारकीय स्थितियों के चाप का एक सेकंड जितने लघु अंश तक को माप ले सकता था ।

उसे '61 Cygni' की प्रतीयमान गति को निरूपित कर पाने का अत्यन्त ह्य हुआ । 1838 के अन्त में बेसल ने उसका लम्बन चाप के एक सेकंड का तिहाई भाग, साठ सहस्र अरब मील की या सूर्य की दूरी से छ सौ हजार गुना से अधिक दूरी पर, होने की घोषणा की ।

विश्व की संरचना के असीम मान का यह पहला प्रत्यक्ष प्रमाण था जो मनुष्य को प्राप्त हुआ । सूर्य, ग्रहों और उनके चन्द्रमाओं का सौर परिवार

तारकीय व्यवस्था का एक अल्प अंश था, जिममें सूर्य सिर्फ एक शीतल तारा था।

ऐडम और लेवेरियर की भांति, वेसल तथा अन्य खगोलज्ञो ने इस कार्य में एक ही समय सफलता प्राप्त की। वेसल की सफलता के दो मास पश्चात्, टॉमस हेडसन ने वेप ऑफ गुड होप ऑब्जर्वेटरी पर अल्फा सेण्टॉरी के, जो दक्षिणी गोलार्द्ध का तीसरा दीप्तिमान तारा था, प्रेक्षणो के आधार पर घोषित किया कि उसने अल्फा सेण्टॉरी को माप द्वारा बीस सहस्र अरब मील की दूरी पर स्थित पाया है। वास्तव में यह सबसे समीप का तारा है। वेसल एवं हेडसन और ऐडम एवं लेवेरियर के सदृश दूसरी समानता रुचि की है। जिस भांति चैलिम वास्तव में गाल में पूर्व ही नेपच्यून का प्रेक्षण कर चुका था किंतु अपने प्रेक्षणो को साय-ही-माय न घटाने की वजह से नेपच्यून का प्रत्यक्षत उसे देखने वाला पहला अन्वेषक होने का सम्मान न पा सका। उसी भांति हेडसन वेसल से पूर्व अल्फा सेण्टॉरी के लम्बनिक हटाव को माप चुका था और अपने प्रेक्षणो के अध्ययन में दूरी करने की वजह से वेसल से पूर्व घोषणा नहीं कर सका। हेडसन की घोषणा के एक वर्ष पश्चात् रूस की प्लुकोवा ऑब्जर्वेटरी से किए गए प्रेक्षणो के आधार पर फ्रेडरिक जी डब्लू स्ट्रूव देदीप्यमान तारे वेगा की दूरी लगभग अस्सी सहस्र अरब मील निर्धारित करने में सफल हुआ।

खगोलज्ञो को यह नयी और महत्वपूर्ण उपलब्धि लगी जिससे महान बातों की अपेक्षा थी, किन्तु शीघ्र ही यह विचार बदल गया। उस काल की प्रेक्षण पद्धति मात्र कुछ ही दजन तारों की दूरी माप सकने में समर्थ थी। सौर परिवार की एक नियत दूरी के पश्चात् वस्तुओं के परिमाण के माप की अपेक्षा माप की नुटिया इनकी अधिक बढ़ जाती कि मापने का यह ढंग निरर्थक हो जाता।

वेसल की सफलता के पश्चात् सौभाग्य से खगोल विज्ञान को सहयोग के लिए एक नया यत्र उपलब्ध हुआ, वह था कमरा।

1850 में देदीप्यमानतारो—वेगा और केस्टर—के प्रारम्भिक चित्र खींचे गए। उत्कृष्ट तरीकों के साथ सात वर्ष पश्चात् प्रत्येक आस से देखे जा सकने वाले तार का चित्र ले पाना संभव हो सका। अब जो खगोलज्ञ किसी तारे

की दूरी को मापना चाहता वह छ महीनो के अन्तराल पर नभ मे तारे के आस पास के क्षेत्र का चित्र खीच लेता । फोटो-प्लेटो के धुलने के पश्चात् वह उन पर तारकीय प्रतिबिम्बो की दूरी मापकर तारे की दूरी, धुंधले तारे के प्रतिबिम्बो के परिप्रेक्ष्य मे उसके प्रतिबिम्ब का लम्बन मापकर प्राप्त कर सकता था ।

ससार की विभिन्न ऑब्जर्वेटोरियो मे कार्य करते हुए विभिन्न खगोलज्ञो ने तब से इस कार्य मे भाग लिया है और आज इस ढग से उपलब्ध हमे लगभग पाच हजार तारो की दूरियाँ ज्ञात हैं ।

फोटो लेने के ढग का उपयोग सौर परिवार के तत्कालीन पडौस मे उपस्थित तारो तक सीमित है जोकि हमारे तारो की आकाशगगा के आकार की तुलना मे इतना छोटा घेरा है कि यदि हम आकाशगगा को एशिया महा-द्वीप के आकार जितना मान लें तो यह घेरा एक काफी बडे शहर की सीमाओ के भीतर निहित रहेगा । सम्पूर्ण आकाशगगा को मापने के लिए नए ढग का पैमाना चाहिए था और यह नया पैमाना बेसल द्वारा '61 Cygni' की दूरी का माप जान लेने की एक शताब्दी पश्चात् ज्ञात हुआ । नया पैमाना पूरे अन्तरिक्ष मे छितरे तारो मे किसी विशिष्ट ढग के तारे का अनोखा ब्यवहार था ।

जब कुछ तारो का निरन्तर प्रेक्षण किया गया तो ज्ञात हुआ कि उनकी प्रतीयमान चमक स्थिर नहीं है बल्कि एक खास ढग से इस प्रकार घटती-बढती है कि चमक बढने और घटने के चक्र का क्रम बार-बार दुहराया जाता है । प्रत्येक चक्र किसी खास तारे के लिए समान समय के लिए रहता है और प्रत्येक तारे का चक्र भिन्न-भिन्न होता है । सम्पूर्ण चक्र की अवधि को आवर्तीकाल कहा जाता है और प्रेक्षणो को बहुत-से आवर्तीकालो तक दुहराने से उसके यथार्थ आवर्तीकाल को मापा जा सकता है । इसी समय इस तारे की औसतन चमक को भी किसी आसान पैमाने पर चिह्नित किया जा सकता है । इसलिए दो प्रेक्षित परिमाण एक आवर्तीकाल और औसतन प्रतीयमान चमक होते हैं ।

इन तारो की श्रेणी के पहले मदस्य डेल्टा सेफी की खोज के पीछे ये तारे सेफीयरी चर कहलाते हैं, आज हम विश्वास करते हैं कि ये वास्तव

मे सूर्य के व्यास से कई गुना बड़े है। अन्तरिक्ष के समुद्र मे आकाशीय जेली फिश की भांति फैलते और सकुचित होते हुए ये तारे अत्यंत बृहद्काय हैं। उनके गैसीय पदार्थ के बाहर और भीतर की ओर होते हुए अविरोध दोलन से उनके धरातल क्षेत्र के ताप मे पाक्षिक परिवर्तन होता रहता है। इससे पृथ्वी से खगोलज्ञ को उनकी प्रतीयमान चमक बदलती दिखाई देती है। कुछ तारो मे यह प्रेक्षित आवर्तीकाल मात्र कुछ घंटो का है जबकि दूसरो मे यह चालीस दिन से भी अधिक का है।

इस शताब्दी के आरम्भ मे आकाश के प्रत्येक भाग मे सेफीयरी ढूँढ लिए गए थे। खास तौर पर इन्हे छोटे और बड़े मैंगलेनिक बादलो मे पाया गया। दक्षिणी गोलार्द्ध मे स्थित ये बड़े तारक-पुंज स्पष्ट दिखाई देते हैं। इनका नामकरण प्रसिद्ध पुतगाली नाविक मैंगलेन पर, जिसने पृथ्वी के प्रथम भूचक्रण की व्यवस्था की थी, हुआ है।

छोटे मैंगलेनिक बादल मे सेफीयरी तारो के आवर्तीकाल और प्रतीयमान औसतन चमक का अध्ययन करते हुए सन् 1912 मे अमेरिकन खगोलज्ञ मिस एच एस लीविट ने एक दिलचस्प खोज की। उमने ज्ञात किया कि उनके आवर्तीकालो और प्रतीयमान औसतन चमक के बीच एक निश्चित सम्बन्ध है। यदि वे आवर्तीकालो को उनकी बढोत्तरी के हिसाब से क्रमबद्ध करती हं ता प्रतीयमान औसतन चमक भी उमी व्यवस्था मे क्रमबद्ध हो जाती है। वास्तव मे इसने वे बादल मे किसी भी सेफीयरी तारे का आवर्तीकाल माप लेने पर, अपने ग्राफ द्वारा उम आवर्तीकाल से सम्बन्धित प्रतीयमान औसतन चमक को ज्ञात कर, उम तारे की यथाथ प्रतीयमान औसतन चमक को पूर्वसूचित कर सकती थी।

अब आकाश के बहुत छोटे क्षेत्र मे छोटा मैंगलेनिक बादल पता हुआ है इसलिए यह मान लेने मे कोई कठिनाई न थी कि बादल पर दृष्टि-पात करने की रेखा बादल के मन्त्रिक के भाग मे लेकर दूर तक के भाग की दूरी बादल की पृथ्वी मे दूरी की तुलना मे अपक्षाटत कम होगी। इसलिए उममे मन्त्रिक प्रत्येक तारे की दूरी का बादल की पृथ्वी से दूरी जितना माना जा सकता है। इसमे यह स्पष्ट हो जाता है कि एक तार से दूरी तार की प्रतीयमान आगतन चमक का अंतर वास्तव मे दक्षिण का अंतर ही

है, दूरी का नहीं।

जैसे कि किनारे भर खड़ा एक व्यक्ति, एक दूर जाती नाव का शक्ति शाली दूरदर्शक से निरीक्षण करने पर सभी यात्रियों को उतनी ही दूरी पले सकता है और यात्रियों की प्रतीयमान ऊँचाई का अन्तर वास्तविक महत् नहीं रखता।

मिस लीविट ने अनुमान किया कि सभी सेफीयरी तारों के आवर्तकालों के प्रकाश की अस्थिरता और उनकी वास्तविक ज्योति के मध्य सम्बन्ध है जो सभी तारों पर लागू होता है। यदि वे किसी सेफीयरी वास्तविक ज्योति माप सकती, चाहे वह वही भी स्थित हो, तब वे अपने ग्राफ में प्रतीयमान चमक के स्थान पर वास्तविक चमक रख देने में सक्षम होती और इसी से सेफीयरी के प्रकाश की अस्थिरता का आवर्तकाल मापक वे अपने ग्राफ से उनकी वास्तविक दीप्ति जान सकती थी। यह ज्ञात है पर कि किसी भी वास्तविक दीप्ति के पिंड को किसी विशिष्ट प्रतीयम दीप्ति जैसी दिखाने के लिए अन्तरिक्ष की कितनी गहराई में डूबना चाहिए वे छोटे मैंगलेनिक बादल की दूरी का अनुकलन कर सकती थी।

सौभाग्यवश कुछ सेफीयरी, जो सूर्य से बहुत दूर नहीं थे, उन दूरियों का माप लिया गया, इससे उनकी प्रतीयमान दीप्ति से उनकी वास्तविक ज्योति का अनुकलन करना संभव हो गया। मिस लीविट के ग्राफ प्रतीयमान औसतन चमक को वास्तविक चमक में परिवर्तित करने की आवश्यकता सामग्री—प्रकाश की अस्थिरता के आवर्तकाल ज्ञात थे। उससे ही मैंगलेनिक बादल की दूरी अनुकलित की जा सकती थी। यह सबसे निकटे तारे अल्फा सेण्टॉरी से दस हजार गुना अधिक दूर पाया गया। तारों की दूरियों को मापने का यह तरीका अत्यधिक दूरव्यापी था।

मिस लीविट के सेफीयरी चर का ज्योति-आवर्तकाल निकलाने वाली इस खोज के आगामी वर्षों में आकाश में मील के इन पत्थरों का खोज-उद्देश्य दूरी-सूचकों के रूप में उपयोग किया गया। सम्पूर्ण आकाश में छिन्ने हुए सेफीयरी के कारण आकाशगंगा की संरचना समझ में सुविधा हो गयी। यह भी ज्ञात हो गया कि सर विलियम हर्शेल का प्रविचार, कि तारे एक ऐसी आयतन में वितरित हैं जिसकी आकृति च

जेबी घडी (या सान, जैसा कि उन्होंने कहा) की भांति है, सत्य है। और सूर्य किसी भी भांति मध्य में स्थित नहीं है बल्कि मध्य से त्रिज्या की दो तिहाई दूरी पर किनारे की ओर है। इसलिए अन्तरिक्ष में घुराशि के तारक-मंडल के पास आकाशगंगा के तार घने हैं। आकाशगंगा के मध्य में उसका केन्द्र करोड़ों सूर्यों, चमकीले और काले गैस एवं धूल के बादलों से निर्मित है जिसके बीच में हमारा सूर्य, अपने ग्रहों और चंद्रमाओं के लघु परिवार के साथ, विशालकाय कक्षा में घूमता है, जिसका एक सम्पूर्ण चक्र बनाने में उसे बीस करोड़ वर्ष लगते हैं।

सूर्य आकाशगंगा के मध्य की अपेक्षा किनारे के नजदीक एक औसतन तारा है। यह वर्तुलाकार भुंडों में पाए जाने वाले सेफीयरी समूहों के अध्ययन से भी सिद्ध हो जाता है। औसतन पचास हजार तारों का समूह इनमें से प्रत्येक तारकीय पिंड में सन्निहित है और प्रत्येक समूह अपनी कक्षा में आकाशगंगा के चारों ओर भ्रमण करता है। छत्ते के आस-पास घूमती हुई मधुमक्खियों की भांति समूह के भीतर उसके केन्द्र के चारों ओर प्रत्येक तारे की अपनी व्यक्तिगत कक्षा है।

अमेरिकन खगोलज्ञ हर्बेल् ने इन पिंडों में समाविष्ट सेफीयरी का उपयोग उनकी दूरी मापने के लिए किया। उसने पाया कि यह उस गोले के केन्द्र में सन्निहित है जिसका केन्द्र आकाशगंगा का केन्द्र है। यह गोला प्रमुख आकाशगंगा के तारों को अपने भीतर समाविष्ट करता है और सूर्य गोले के केन्द्र से बहुत दूर स्थित है।

आकाशगंगा के भीतर की दूरियाँ इतनी बड़ी हैं कि खगोलज्ञों ने लम्बाई मापने की नयी इकाई प्रचलित की जिसमें मख्याएँ छोटी हो जाएँ और उनकी गणना करने में आसानी हो। यह इकाई प्रकाश-वर्ष है जो कि एक वर्ष में प्रकाश द्वारा गमन की गयी दूरी है और लगभग छ महत्प्र अरब मील है। इस पैमाने पर सबसे निकट का तारा 4½ प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है। इनकी अपेक्षा सूर्य पृथ्वी से मात्र आठ प्रकाश-मिनट दूर है। सूर्य की किरण हमारे और सूर्य के मध्य अंतराल (9,30 00 000 मील) की पार करने में केवल आठ मिनट लेगी।

यदि हम सम्पूर्ण सौर परिवार को पत्नी की आकृति का बना दें तो

आकाशगगा का परिमाण एशिया जितना होगा ।

सेफीयरी के ज्योति-आवर्तीकाल के नियम के समय से ये कुछ तथ्य थे जो शेषले और उसके सहयोगियों द्वारा स्पष्ट किए गए ।

इस नियम की उपयोगिता अभी समाप्त नहीं हुई थी । बीसवीं शताब्दी के पूर्व दूरदर्शको में प्रकाश के धुंधले घब्रों की भाँति दिखाई देने वाली नीहारिकाओं के अस्तित्व का ज्ञान खगोलज्ञों को आकाशगगा की जानकारी के काल से ही था । कुछ खगोलज्ञों का विश्वास था कि ये ऐसे तारकीय तंत्र हैं जो इतनी दूर हैं कि उनमें सन्निहित तारों को एक-दूसरे से विलग करना मुश्किल है जबकि अन्य खगोलज्ञों का अनुमान था कि वे हमारी आकाशगगा के भीतर ज्योतिमय गैस के बादल थे । उनकी दूरी अज्ञात होने पर, दूसरा सिद्धान्त ठीक हो सकता था ।

माउट विल्सन पर विशालकाय 60-इंच और 100-इंच के दूरदर्शकों के पूण होने पर, इन पिंडों का चित्र लेना और इनकी संरचना का अध्ययन करना सम्भव हो सका । बहुत-सी स्थितियों में नीहारिका सपिल दिखायी दी । केन्द्र (nucleus) के दूसरी तरफ से निकलती हुई ज्योतिमय भुजाएँ केन्द्र के चारों ओर लिपटने से पूर्व दिखाई दी । वे बहुत-कुछ सूरजमुखी-चक्र नामक आतिशवाजी की भाँति लगती थीं । चूँकि ये नीहारिकाएँ सभी कोणों पर सम्पूर्ण अन्तरिक्ष में छिदती पड़ी थीं, इससे स्पष्टतः देखा जा सकता था कि वे सब आकाशगगा की आकृति की भाँति थीं ।

अमेरिकन खगोलज्ञ एडविन हबल ने कुछ विशिष्ट तरीकों का उपयोग कर सन् 1919-26 तक के वर्षों में सन्निकट की कुछ नीहारिकाओं के चित्र 60-इंच और 100-इंच के दूरदर्शकों द्वारा खींचे जिससे निष्कर्षतः स्पष्ट हो गया कि सपिल भुजाएँ तारों से भरपूर हैं । फोटोग्राफिक प्लेट पर चित्रित लाखों धुंधले तारों में कुछ लम्बे आवर्तीकालों के सेफीयरी भी थे ।

मिस लीविट के नियम के उपयोग से इन नीहारिकाओं की दूरी की सगणना की गयी । वे हमारी आकाशगगा की सीमाओं से बहुत दूर बाहर स्थित पायी गयीं । इसके अतिरिक्त उनकी दूरियाँ ज्ञात होने पर, उनके प्रतीयमान परिमाण का उपयोग उनके वास्तविक परिमाण को जानने के लिए किया जा सकता था । हबल की सगणना के अनुसार ये पिंड आकाश-



इसमें 100-रुंघ के बुरखत द्वारा मीठारिजाओं के बिज लिए ।

गगा जितने बडे पाए गए । वास्तव मे वे दूसरी आकाश गगाएँ थी, दूसरे द्वीप विश्व ।

आगामी वर्षों मे एडविन हबल ने आकाशगगाओं के क्षेत्र मे दूरव्यापी अनुसन्धान किए । वह अत्यन्त उत्साही, प्रतिभाशाली और आकषक व्यक्ति था । उसके मित्र एव सहयोगी एम एल ह्यूमेसन ने हबल के साथ अपनी पहली भेट मे प्राप्त गहन प्रभाव के सम्बन्ध मे लिखा है

“वह 60-इंच के यूटनीय फोकस पर चित्र ले रहा था और खडा होकर अपना मार्ग-निर्देश कर रहा था । उसने मुह मे पाइप दाब रखी थी, उसकी ऊँची आकृति, आकाश की पृष्ठभूमि मे स्पष्टतु रेखांकित थी । तेज हवा चाबुक की भांति मिलिटरी ट्रेंच कोट को उसके शरीर के इद-गिद लपेट देती और कभी-कभी उसकी पाइप से चिनगारियाँ निकालकर गुम्बद के अधेरे मे उडा देती ।”

यह एक अन्य खगोलज्ञ था जिसने अपना जीवा एक अलग पेशे मे प्रारम्भ किया था । हबल ने ऑक्सफोर्ड से विधि-शास्त्र मे डिग्री प्राप्त की जहाँ ऐडम्स की भांति वह विभिन्न खेलों, घटनाओं को चिह्नित करने और बॉक्सिंग से लेकर अन्य खेलों मे सवश्रेष्ठ रहा । अमेरिका लौटने पर उमने कुछ समय तक बैरिस्टरी की और अन्त मे यर्कस ऑब्जर्वेटरी पर खगोलज्ञ बनने के लिए हमेशा के लिए उसका त्याग कर दिया ।

जब वह आकाशगगाओं का, जोकि हमारी आकाशगगा के काफी नजदीक थी ताकि उनमे सन्निहित सैफारियों का निरीक्षण किया जा सके, अध्ययन कर रहा था तब वह दूरियों का अनुकूलन ज्योति आवर्तीकाल के नियमानुसार कर सकता था । उनके भीतर सन्निहित अत्यन्त दीप्तिमान नीले तारों की ज्योति का भी उपयोग किया जा सकता था, यदि यह मान लिया जाता कि ये तारे हमारी तारकीय व्यवस्था के गर्भ नीले तारों जितनी वास्तविक चमक के हैं । इन तरीकों के उपयोग से वह साठ लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी माप सका और उसने वाफ़ी आकाशगगाओं को ज्ञात किया जिनकी संख्या चालीस थी । किन्तु जब उसके सम्मुख उन धुधली आकाशगगाओं की दूरी मापने की समस्या आयी, जिनके भीतर वे किसी भी तार को अलग से नहीं पहचाना जा सकता था, उसे किसी अन्य तरीके के सम्बन्ध मे मनन

करना पडा ।

उसने यह भी चिह्नित किया कि आकाशगंगाएँ अन्तरिक्ष में एक रूपता से नहीं बिखरी हुई हैं बल्कि अक्सर वे भुण्डों में मिलती हैं जिनमें से कुछ में हजारों आकाशगंगाएँ होती हैं। भुण्ड के सदस्यों का परीक्षण करने पर उसने पाया कि उनकी चमक एक सदस्य से दूसरे सदस्य तक एक खास ढंग से परिवर्तित होती है। चूँकि वे सब लगभग एक-जितनी दूरी पर थी, इसलिए उनकी चमक की विभिन्नता वास्तविक थी और विभिन्न दूरियों के कारण नहीं थी। वास्तव में आकाशगंगाओं के भुण्ड के सदस्यों में हबल उसी तर्क का उपयोग कर रहा था जिसका उपयोग मिस लीविट ने छोटे मंगले-निक बादल में सेफीयरी तारों के सदस्यों में किया था।

अब उसने अन्य भुण्डों का निरीक्षण किया और पाया कि साधारणतः एक भुण्ड के सदस्यों में दीप्ति-विभाजन का ढंग समान रहता है। वैसे सभवतः अन्य की अपेक्षा अधिक दूर के भुण्डों के सभी सदस्य समीप के भुण्डों के अपेक्षाकृत अधिक धुंधले होंगे।

हबल ने अनुभव किया कि इन धुंधले भुण्डों की दूरी का अनुमान यह मान लेने पर लगाया जा सकता है कि उनकी औसत चमक समान होगी और उनकी प्रतीयमान औसत चमक का अन्तर उनकी विभिन्न दूरियों के कारण होगा। इसके अतिरिक्त क्या राशि के तारक पुंज में सन्निहित आकाशगंगाओं के महान पुंजों की दूरी को उनके भीतर दिखाई देने वाले तारों के द्वारा पहले ही मापा जा चुका था। इससे हबल को नए सिरे से काम प्रारम्भ करने का विचार मिला। आगामी वर्षों में उसने ज्ञात विश्व की सीमाओं को इतना अधिक विस्तृत कर दिया कि अन्तरिक्ष की खाई को पार करने में उन क्षेत्रों से आने वाली प्रकाश किरण को करोड़ों वर्ष लग जाते जो खगोलज्ञ की फोटोग्राफिक प्लेट पर इन दूर के सतारों के प्रतिबिम्बों को अंकित कर देती थी।

बेसल हेडरसन, स्ट्रूय, लीविट और आकाश में मील के पत्थरों को चिह्नित करने वाले व्यक्तियों के पदचिह्नों का अनुसरण करते हुए आज भी सतार की प्रेक्षणशालाओं में खगोलज्ञ हबल द्वारा प्रारम्भ किए कार्य को, विश्व के आकार के सम्बन्ध में मनुष्य का ज्ञान बढ़ाने के लिए, अविरत रूप से कर

गहे ह । जैसा कि गडविन ह्वल ने कहा "पृथ्वी पर अपने घर से, हम दूर देखन का और जिम विश्व मे हम उत्पन्न हुए है उमकी बल्पना करने का प्रयाम करन है । आज हम अन्तरिक्ष की गहगहया तन पहुँच गए है । अपने मनिबट पडौम म हम बहुत अच्छी तरह परिचित ह । प्रदती हुई दूरी के माथ हमारा ज्ञान कम हाता जाता है और तजी मे कम हाता जाता है, हम प्रेक्षणी की भयकर त्रुटियो के मध्य घुघले मितिज के चिह्न खोजन की चेष्टा करने लगते है जो कि वास्तव मे नही होते, परन्तु यह खोज जारी रहेगी । यह आकाशा इतिहास से भी प्राचीन है । इसकी तुष्टि नही हुई है और यह दबेगी भी नही ।"

तारों को देखने की खिडकी

यह एक ऐसे व्यक्ति के जीवन और उसके स्वप्नों की कहानी है जिसका खगोलिक अन्वेषणों से कोई सीधा सम्बन्ध नहीं है। फिर भी खगोल-विज्ञान के महान् क्षणों पर लिखी गयी कोई भी पुस्तक जाज एलरी हेल और 200-इंच वाले दूरदर्शक के निर्माण के सम्बन्ध में लिखित अध्याय के बिना अधूरी होगी।

अधिकाधिक धुंधले पिंडों की ओर जैसे-जैसे खगोलज्ञ सुविज्ञात विश्व की सीमाओं को विस्तृत करता गया उसकी हमेशा एक पुकार रही—'और अधिक प्रकाश।' दूरदर्शक का काय है मनुष्य की आँख से अधिक प्रकाश को एकत्रित कर उसे प्रकाश की एक सकीण किरण में केन्द्रित करना जो कि आँख की पुतली में प्रवेश कर सके या जिसमें फोटोग्राफिक प्लेट पर प्रभाव डालने की क्षमता हो। कई बार यह प्रभाव फोटोग्राफिक प्लेट को घटो खुला रखने के पश्चात् उपलब्ध होता है। इस समय के बीच दूरदर्शक को पिंड पर नियंत्रित रखा जाता है और उसकी चालक-मोटर उसे आकाश की प्रतीयमान कोणीय गति के साथ घुमाती रहती है।

प्लेट वन जाने के पश्चात् खगोलज्ञ दूर के पिंडों के इन धुंधले प्रति-विम्बा का अध्ययन सुविधापूर्वक कर सकता है जिन्हें वह दूरदर्शक द्वारा कभी भी सीधे नहीं देख सकता। बड़े दूरदर्शक अधिकतर कमर के स्तर में उपयुक्त होते हैं और खगोलज्ञ उनका सीधा उपयोग कभी कभार ही करते हैं।

अभिदृश्यक लस या दपण के (यदि वह परावर्तक हो, जैसे कि अधिकांश बड़े दूरदर्शक होते हैं) क्षेत्रफल पर दूरदर्शक की प्रकाश-केन्द्रण शक्ति निर्भर करती है। यदि हम लस या दपण के व्यास को दुगना कर देते हैं तो उसका क्षेत्र चार के गुणनखण्ड से बढ जाता है और इससे कारण वह तारे में जितना प्रकाश एकत्रित करता है वह भी उमी गुणनखण्ड जितना

बट जाना है ।

गैलीलियो के जगत् का व्यापक मात्रण या दो इंच था । आज ऐलरी हेन के खगोल विज्ञान में रुचि लेने के समय लाट रोज का 72-इंच का परावतक, जिम्का निर्माण 1815 में आयरलैंड में हुआ था, उस समय का सबसे विशालकाय दूरदर्शक था । इस विशालकाय दूरदर्शक के दफन का भाग ही चार टन था । उस समय ऐसे बहुत से यद्यपि छोटे दूरदर्शक यूरोप में थे, परन्तु 1825 में जॉन बर्नीनी ऐडम्स को अमेरिका की वायस में बहना पडा कि, "एक अमेरिकन होने के नाते यह कहने में मुझे शक नहीं है कि सम्पूर्ण अमेरिकन गोलाद्ध में इस भाँति का एक भी दूरदर्शक नहीं है ।"

1868 में, जिम वप हन का जन्म हुआ था, स्थिति में काफी-कुछ सुधार हो चुका था, और 1892 में जब हन शिवागो में एक खगोलज्ञ के रूप में, 'ब्रह्मनिर्गमन' के लिए अमेरिकन मध्य की एक सभा में उपस्थित हुआ था तब अमेरिका के पाम कलीफोर्निया में माउंट हैमिल्टन पर 36 इंच का एक बतक था ।

दूरदर्शी और ऐसे व्यक्तियों को, जो महायज्ञ हो सकते थे, विश्व में सबसे विज्ञान दूरदर्शक बनाने के लिए अपना सहयोगी बनाने के लिए प्रेरित करने की कला की पहली उपलब्धि इस गोष्ठी में हेल को प्राप्त हुई । इसमें उमने सुना कि दो 40-इंच के शीशे के मडलक पेरिस में हैं । उमने महान दूरदर्शक निर्माता एलवन ब्लाक को उन लेंसों की रगड़ने के लिए उत्साहित किया तथा ट्रामगाडी के उच्च पदाधिकारी मी टी यकस को इसका व्यय देने के लिए प्रेरित किया और कुछ ही समय में यकस अँग्लो-वैटरी को इसके मुका डायरेक्टर हेल के कारण, भ्रमार का सबसे विशालकाय बतक उपलब्ध हो गया । अपने जीवन में हेल को चार बार अपने समय के विशालकाय दूरदर्शकों के लिए धन एकत्रित करना पडा—40-इंच के यकस बतक के लिए, 60 इंच और 100 इंच के माउंट विल्सन के परावतकों के लिए और अन्त में 200 इंच के दूरदर्शक के लिए ।

मूलतः हेल प्रशासक या सम्हापक न था । खगोलीय अनुसंधान करने की आकांक्षा उसमें बहुत पहले से ही थी और वह कभी भी इतना प्रसन्न नहीं होता था जितना कि तब जब वह लम्बी अवधि के लिए

दूरदर्शक पर काम कर रहा होना या अपने प्रेक्षणों को घटाने और नए यंत्रों की रूपरेखा बनाने में निमग्न होता ।

जब वह चौदह वर्ष का था तब उसके पिता ने उसे चार इंच के छेद का एक पुराना क्लॉक बतक लाकर दिया । उससे उसने शनि, बृहस्पति, चंद्रमा तथा अन्य आकाशीय पिंडों को देखा । इन पिंडों के आश्चर्यजनक दृश्यों ने उसके मन में वास्तविक अनुसंधान करने की तीव्र उत्कंठा पैदा कर दी । बहुत वर्षों पश्चात् उसने लिखा “मैंने दूरदर्शक के साथ प्लेट पकड़ने वाले को लगा दिया और सूर्य के अधूरे ग्रहण का चित्र लिया । मैंने सूर्य-कलको का निरीक्षण करना प्रारम्भ कर दिया और उनके चित्र भी खींचे । इस भाँति मैं एक नौसिखिआ खगोलज्ञ बन गया ।”

खगोल-विज्ञान ने उस पर जादू कर दिया था । मॅसाच्युसेट्स इस्टी-ट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, हावर्ड कलिज की ऑब्जर्वेटरी, पोटस्डम ऑब्जर्वेटरी और बर्लिन के विश्वविद्यालय का प्रशिक्षण और शिक्षा का लक्ष्य उसे उसके व्यवसाय के विषय में निपुण करना था, जिसको उसने सफलता से निभाया ।

अपने इद-गिद प्रतिभासम्पन्न व्यक्तियों के पुंज को एकत्रित कर, जॅसा कि उसने अपने बाद के जीवन में अक्सर किया, 1897 में उसने यर्कस ऑब्जर्वेटरी बनायी । उसके चरित्र में काफी विशिष्टताएँ थी और उन्हीं में से एक उसकी जीवन के प्रत्येक पक्ष में व्यक्तियों को अपने दृष्टिकोण में सहयोगी बनाकर उत्साहित करने की क्षमता थी, जिससे वे सब उसकी नेतृ-गिरी के नीचे संगठित होकर उसके स्वप्न को यथायथ बनाने में कायरत हो जाते ।

इस बीच उसने स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ का आविष्कार किया । यह महत्वपूर्ण आविष्कार था । इससे सूर्य के प्रतिबिम्ब का प्रकाश के एक रंग में निर्माण हो सकता था । सौर परिवार की भौतिक प्रतिक्रियाओं को समझने में और उनका अध्ययन करने में यह एक अत्यधिक महत्वपूर्ण उपकरण बन गया ।

अपने आविष्कार को मुधारने के लिए हेल ने प्रेक्षण के लिए अच्छे स्थान की सोज प्रारम्भ कर दी । वह किमी उँचे पर्वत को चाहता था जहाँ पृथ्वी के वातावरण में कम अशान्ति हो ताकि प्रतिबिम्ब में विकृति न आ

पाए। माउट विल्सन को चुना गया जो कि एक आदर्श स्थान था और माउट विल्सन पर मौर प्रेक्षणशाला का निर्माण हुआ। शीघ्र ही हेल अपने अपरिमित उत्साह और शक्ति से वहाँ पर 60 इंच के दूरदर्शक को स्थित करने की रूपरेखा बनाने में कायरेत हो गया। दिसम्बर 1908 में यह यत्र पूरा हुआ। प्रतिभासम्पन्न निरीक्षक प्रोफेसर वर्नाड ने इसके द्वारा दिखाई देने वाली आकाशगंगा के विभिन्न भागों के दृश्य की व्याख्या की "तारे काले मखमल पर हीरो की भाँति लग रहे थे। आकाश सघन और काला था तथा तारे प्रकाश के जीवन्त विदुओं की भाँति चमक रहे थे।" चार घट के एक्सपोजर के पश्चात् सीरियस से दस करांड गुना कम चमकीले तारों के चित्र खींचे जा सके।

परन्तु हेल सतुष्ट नहीं हुआ था। उमने और अधिक विशालकाय दूरदर्शक की कल्पना करनी आरम्भ कर दी।

अपनी विशिष्ट प्रेरणा के कारण वह धनी अमेरिकन जे डी हूकर से मिला, जिसने कहा कि वह 100-इंच के दर्पण का प्रवचन कर देगा। कार्य को पूरा करने के लिए शेष धन का अनुदान कार्नेजी इस्टीट्यूट ने दिया।

इस विशालकाय तश्तरी को ढालने और पकाने का काम भयकर कठिनाइयों से भरा हुआ था। फिर भी अन्त में फ्रांस के सेट गोबिन ग्लास-वक्स को इस काम को सम्पन्न करने के लिए प्रेरित किया गया। अत्यधिक कठिनाइयों के पश्चात् 1908 में 100 इंच के दर्पण को ढाला गया और 1917 में दूरदर्शक जाँच के लिए पूरा तैयार हो गया।

उस पहली रात्रि को हेल, माउट विल्सन ऑब्ज़र्वेटरी के डायरेक्टर वाल्टर एस ऐडम्स और अग्रज कवि अल्फ्रेड न्वायस के साथ विशालकाय दूरदर्शक को देखने गया। उसे पूरव की ओर घुमाकर बृहस्पति ग्रह पर स्थित किया। हेल ने उसमें देखा और फिर ऐडम्स को देखने के लिए वह वापिस लौटा। दोनों व्यक्ति उद्विग्न हो उठे थे। एक-दूसरे के ऊपर चढ़े हुए असह्य प्रतिबिम्बों के भयावह श्रम से नेत्रिका भरा हुआ था। स्पष्ट रूप में दर्पण प्रत्यक्ष प्रसफलता लग रहा था। शायद विशालकाय दर्पण की आकृति उसे हिलाने से उमके भार के दबाव की वजह में परिवर्तित हो गयी थी ?

तभी किसी ने उहे सूचना दी कि गुम्बद उस दिन कमचारियों द्वारा

खुला छोड़ दिया गया था। उन्होंने एक दूरदर्शी की तरफ देखा, उनमें अस्पष्ट-सी आशा उमगी। हो सकता है कि सूर्य दर्पण पर चमका हो। वे यह नियंत्रण करने के लिए केवल प्रतीक्षा कर सकते थे। कुछ घंटों के लिए वे दूरदर्शक के पास रहे, प्रतिबिम्ब में बहुत कम सुधार हुआ था। रात को तीन बजे मिलने का वायदा कर हेल और गेडम्स ने जाकर सोने का निश्चय किया। किन्तु दोनों को नींद नहीं आयी और वे निश्चित समय से पूर्व ही दूरदर्शक के पास पहुँच गए।

इस समय चूँकि वृहस्पति पश्चिम में उनकी पहुँच के बाहर था, उन्होंने 100-इंच के दूरदर्शक को वेगा तार पर स्थित किया। हेल ने दूरदर्शक से देखा। नेत्रिका में तारे का प्रतिबिम्ब प्रकाश के तीव्र, लगभग चक्काचौंध कर देने वाले, बिंदु के रूप में दिखाई दिया।

हेल की उदामी दूर हो गयी। दण एक सफलता था और उसकी सभावना में उमका विश्वास सिद्ध हो गया था, तब से हूकर का 100 इंच के दूरदर्शक का निरंतर उपयोग होता रहा। इसके द्वारा आकाशगंगा से इतर के अन्तरिक्ष के गहन विस्तार स्पष्ट हो गए। तारों की असंख्य आकाश-गंगाओं के चित्र खींचे गए और उनका अध्ययन किया गया। 60- और 100-इंच के दूरदर्शकों की कार्य-क्षमता तथा अपनी अन्तरिक्ष में और अधिक पढ़ने की एक और अधिक शक्तिशाली प्रकाश एकत्र करने वाले यंत्र के निर्माण करने की आकांक्षा के कारण वह 200-इंच के दण के स्वप्न लेने लगा।

60 इंच के निर्माण में दस हजार डालर लगे थे, 100-इंच का मूल्य बढ़कर 600 000 डालर हो गया था, 200 इंच में कितना व्यय होगा? इस दैत्य के लिए पैसा कौन देगा? और इसमें महत्वपूर्ण यह बात थी कि, क्या इसका निर्माण हो सकता है? 1917 के पश्चात् हेल के मस्तिष्क को कभी भी इन प्रश्नों से मुक्ति नहीं मिली।

‘पृथ्वी के धरातल के प्रत्येक वर्ग इंच पर तारों का प्रकाश पड़ता है’ 1928 में उसने हापम मंगलीय म लिखा ‘और हम अधिक-से अधिक 100 इंच व्यास वाले क्षत्र पर किरणों को एकत्रित और केन्द्रित कर सकते हैं। मुझे कभी भी विशालतम दूरदर्शकों की सम्भावना की भविष्यवाणी करना अच्छा नहीं लगा किन्तु आज की स्थितियाँ अतीत में इतनी परिवर्तित

हो गयी हैं कि अधिक सावधानी की आवश्यकता नहीं महसूस होती। यह प्रश्न शेष रहता कि क्या हम सुरक्षापूर्वक 200-इंच के या उससे भी अधिक अन्ध्रा हो पन्चीस फुट व्यास वाले दण का निर्माण नहीं कर सकते हैं ?”

अब हेल का स्वास्थ्य गिरने लगा था। वास्तव में 1910 के पश्चात्, कभी कभी वह मस्तिष्क में अधिक रुधिर-संचार के आक्रमणों से पीड़ित हुआ करता था, जिसके कारण उसे भयंकर दर्द होता था और वह स्वयं का मानसिक रूप से शिथिल अनुभव करता था। ये आक्रमण अक्सर उसके लम्बी अवधि तक वैज्ञानिक कार्यों पर ध्यान केन्द्रित करने के पश्चात् होते हैं— यह ज्ञात होने पर उसने स्थिति-परिवर्तन करने के लिए अनुमन्धान कम कर, अपने समय को मुख्यतः लेखन-काय करने, व्यवस्थाएँ करने और सम्पादन-काय करने में लगा दिया। इस क्षेत्र में भी उसने अपनी प्रखर बुद्धि और आकषक व्यक्तित्व का उपयोग किया। उसी के कारण 'अमेरिकन नेशनल रिसर्च काउंसिल' बनी, इसके अतिरिक्त उसने कई अन्तर्राष्ट्रीय सगठनों को आकार दिया और उनका माग निर्देश किया। तत्पश्चात् भी वह सौर-अनुसन्धान कार्य करता रहा। उसने स्पेक्ट्रोहीलियोस्कोप का आविष्कार किया, जो स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ से, जिसका आविष्कार वह कई वर्ष पूर्व कर चुका था, सम्बद्ध एक अत्यन्त महत्वपूर्ण यंत्र है। जहाँ स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ से सूर्य के चित्र प्रकाश के एक रंग में खींचे जा सकते थे, वहाँ स्पेक्ट्रोहीलियोस्कोप से खगोलज्ञ सीधे सूर्य को केवल एक रंग के प्रकाश में देख सकते थे।

1928 में, जिस वर्ष 'हापस मैगजीन' में लेख लिखा था, उसी वर्ष हेल को 200-इंच के दूरदर्शक की काफी प्रत्याशाएँ बधीं। विश्व के सम्बन्ध में मनुष्य का ज्ञान बढ़ाने में इस दैत्य के काय के सम्बन्ध में उसने काफी प्रभावशाली व्यक्तियों में रुचि उत्पन्न कर दी। इन लोगों में रॉकफेलर इंटरनेशनल एण्ड जनरल एजुकेशन बोर्ड के प्रधान विविलफ रोज, वार्नेजी इस्टीट्यूट के प्रधान जॉन सी मेरियम और कैलिफोर्निया इस्टीट्यूट की एक्जिक्यूटिव काउंसिल के चेयरमैन रॉबर्ट ए मिलिकन भी थे।

अब तक यह ज्ञात हो गया था कि दूरदर्शक पर कम-से-कम साठ लाख डालर व्यय होंगे। लोगों से सम्पर्क स्थापित करने के लिए हेल ने हजारों मील की यात्राएँ की असंख्य पत्र लिखे, अपनी पूरी प्रतिबद्धता करने की शक्ति

के साथ वार्तालाप किए, तथ्यों को क्रमबद्ध किया। इसके अतिरिक्त उसने अपने श्रोताओं को 200-इंच के दूरदर्शक की महान आकाशा को, जो उसे जीवन्त बनाए थी, अनुभव कराया।

बहुत बार वार्तालाप के दौरान, उसकी आशाएँ जो फलीभूत होती महसूस होती, भविष्य के प्रशासन और नीति से सम्बन्धित अकस्मात् ही चिन्तित कर देने वाली कठिनाइयों के कारण धूल धूसरित हो जाती। मई 1928 में आखिरकार रॉकफेलर बोर्ड ने दूरदर्शक के निर्माण के लिए साठ लाख डालर का अनुदान देना स्वीकार कर लिया। पूरे निर्माण-कार्य के लिए व्यय प्राप्त हो जाने के कारण हेल का आनन्द अपरिमित था।

“1892 से मैंने अपनी जिदगी का अधिकांश भाग यकस और माउंट विल्सन की प्रेक्षणशालाओं के लिए चढ़ा एकत्रित करने में व्यतीत किया है,” उसने कहा, “और वर्तमान के विशालकाय कार्य के लिए बिना किसी ऐसे परिश्रम के अनुदान पाने पर जो आनन्द मिला है उसे अभिव्यक्ति देना असम्भव है।”

हेल इस परियोजना का सभापति बना। इसकी विभिन्न समितियों एवं कार्यकर्ता-दलों में विभिन्न क्षेत्रों के प्रतिनिधियों ने भाग लिया, जिनमें खगोल-विज्ञान के अतिरिक्त भौतिक-विज्ञान, रसायन-शास्त्र, गणित, वायु यान-संचालन-कला, भूकम्प-विज्ञान, अंतरिक्ष-विद्या एवं इंजीनियरिंग के व्यक्ति थे। शिल्पकारों, चक्षु-वैज्ञानिकों, कलाकारों एवं इलेक्ट्रॉनिक इंजीनियरों ने भी सहायता दी। “सभी ने,” जैसा कि हेल ने कहा, “व्यक्तिगत ख्याति और व्यावसायिक लाभ की इच्छा तथा अपने अर्थ कामों को छोड़कर अत्यधिक सहायता की।”

विभी अर्थ अवसर पर उसने कहा, “रूपरेखा और निर्माण की लम्बी अवधि के मध्य, जिसमें हम में से शायद कुछ व्यक्ति नहीं रहेंगे, स्पष्टतः योग्य समस्याएँ सबसे अधिक हैं।”

हेल जानता था कि उमका मुहावरा “कि शायद हम में से कुछ व्यक्ति नहीं रहेंगे” मभवत उमी के लिए भविष्यवाणी सिद्ध होगी। वह नहीं जानता था कि वह जितने व्यय और जीवित रहेगा। यदि याजना के प्रारम्भिक काल में उसे प्रताया जाता कि इसमें कितना समय लगगा तो उसे विश्वास

भी न होता ।

सबसे पहले 200-इंच की मडलक ढालने को, जो काय का सबसे अधिक कठिन भाग था, चुना गया । विलयित स्फटिक और पाइरेक्स के अतिरिक्त दपण की सरचना के सम्बन्ध में अनेक सुझाव दिए गए । स्फटिक में अनेक विशिष्टताएँ होती हैं । इसलिए इतने विशालकाय दर्पण के निर्माण के लिए इसको प्रयुक्त करने के सुझाव पर अत्यधिक बल दिया गया और सवसम्मति से तय हुआ कि इस पदार्थ को प्रयुक्त करके देखना चाहिए । हेल को इसके सफल सिद्ध होने पर पूर्ण रूप से विश्वास न था, परन्तु यह एक जुआ था और अवसर देना आवश्यक था ।

विलयित स्फटिक सूक्ष्म स्फटिक की रेत से बनता है जिसे भट्टी में गरम कर पिघलाया और ढाला जाता है । छोटी तश्तरियों में ढालने की समस्याएँ कठिन हैं किन्तु उसका हल भी हो सकता है । 22-इंच को सफलतापूर्वक निर्मित किया गया । एक वर्ष पश्चात् 60-इंच की तश्तरी को ढाला गया, किन्तु इन प्रयोगों पर हुआ व्यय चिन्तित कर देने वाला था । हेल ने कहा, “इनकी व्यय करने की क्षमता आतंकित कर देने वाली है ।”

किसी के भट्टी को जल्दी खोल देने के कारण पहली तश्तरी, जो ठंडी होने से पूर्व पूर्ण हो गयी थी, तडक गयी । उस परिमाण की दूसरी तश्तरी ठीक नहीं बनी थी । जितने धन और समय का अपव्यय हुआ था उसे सहना मुश्किल था । तीन वर्षों में 639,000 डालर व्यय करने के पश्चात् भी स्फटिक में 200-इंच की तश्तरी को सफलतापूर्वक ढाल सकने के कोई चिह्न नहीं नजर आ रहे थे । बहुत हिचक के पश्चात् स्फटिक को त्यागकर पाइरेक्स का प्रयोग करने का निश्चय हुआ । पाइरेक्स कुछ खास किस्म के शीशों को कहा जाता है जिनमें ताप का अवरोध करने की क्षमता होती है । इसी समय हेल ऐसे दर्पण की रूपरेखा, जिसकी पीठ पत्ती की रीढ़ वाली जेबों और छड़ों से बनी हो, बनाने के लिए मान गया । इस प्रकार की सरचना से उसका भार आधा हो जाता था और दूरदशक पर दपण को चढ़ाते समय भीतरी सहारे का प्रयोग किया जाता था ।

पुनः प्रारम्भ में छोटी तश्तरियों को बनाने की चेष्टा की गयी । कॉनिंग ग्लास कम्पनी वबस में 26-इंच और 30-इंच के पश्चात् 60 इंच

श्रीर 120 इंच के दपण सफलतापूर्वक ढाले गए। मंत्रकी पत्तीदार रीठ की पीठ थी जिसके कारण ढालने की प्रक्रिया में बड़ी कठिनाई का सामना करना पड़ा था। जून 1933 में 120-इंच के ढलने से हेल आह्लादित हो उठा। शायद वह 200-इंच को यथार्थ बना देतने के लिए जीवित रहगा।

रविवार, 25 मार्च 1934, 200-इंच के दपण को ढालने की महत्वपूर्ण तिथि थी। हजारों दर्शकों ने, जिनमें वैज्ञानिक और समाचारपत्रों के व्यक्ति भी थे, बालकनी से विशालकाय गरजती हुई भट्टी में, जिसमें 65 टन पिघला हुआ शीशा था और जो उनकी आंखों को चौंधिया रहा था, होती प्रक्रियाओं को देखा। इस शीशे को बड़े बड़े चम्मचों द्वारा साचे में ढालना था। साचे के भीतरी भाग में उभार थे जिनसे जली की आकृति में ठंडे होते शीशे की पीठ पर रीठ की रूपरेखा खींची जाती।

घटो शीशे को ढालने का वाय होता रहा, कई उभार टूट गए। निरीक्षक के आदेशानुसार कार्यकर्त्ताओं ने उस अधी वर देने वाली चमक में तैरते हुए उभारों को लोहे की छड़ों के माथ तोड़ देने का प्रयास किया। ढालना जारी रहा और तश्तरी के माचे को ठंडा करने की भट्टी में ले जाया गया। कुछ सप्ताहों के पश्चात् जब उसे भट्टी में से निकाला गया तो यह सम्पूर्ण था और टूटे हुए उभार उसके भीतर दब गए थे।

दूसरी तश्तरी को ढालने की रूपरेखा बनायी जाने लगी, और पहली को बचाकर रखा गया। इसे 3 दिसम्बर 1934 को सफलतापूर्वक ढाला गया और उसी रात्रि को पकाने की भट्टी में रख दिया गया। परन्तु कॉनिंग लोगो की कठिनाइयों का अभी अन्त नहीं हुआ था। उसके बाद के वमत में निकटवर्ती चेमग नदी में बाँध आ गयी और उसने फैक्टरी को भी अपने घेरे में ले लिया। पकाने की भट्टी जिसमें 200 इंच का दपण धीरे-धीरे अनुकूलित दर पर अभी तक ठंडा हो रहा था, दूसरी मजिल पर सुरक्षित था किन्तु उस भट्टी को संचालित करने वाले बिजली के यंत्र नीचे थे।

कॉनिंग कार्यकर्त्ताओं के यंत्र के चारों तरफ रेत के बोरो, छड़ों और लकड़ी के अवरोध लगाने के लिए जी तोड़ प्रयास के पश्चात् भी उन्हें अतत तीन दिन के लिए विद्युत्-संचार बन्द करना पड़ा। किसी का भी चात नहीं कि क्या ठंडा होने की प्रक्रिया के शेष महीनों में उस विशालकाय तश्तरी को

कोई नुकसान हुआ या नहीं।

जब ठंडा करने की भट्टी से निकालकर उसकी जाँच की गयी तो ~~ज्ञात~~ हुआ उसमें कोई खराबी न थी। उसे रगड़ने और पालिश करने को रेलगाड़ी से कैलिफोर्निया में पैसेडेना भेजा गया।

‘यूयाक टाइम्स’ की शीघ्र पत्रिका में प्रकाशित हुआ “महाद्वीप के पार देशाकार आख की रेल-यात्रा समाप्त हुई, पैसेडेना की एक दुकान में उसे पालिश करने के लिए रखा गया।”

1928 में 200-इंच के दूरदर्शक के निर्माण की प्रथम घोषणा होने पर इस महान परियोजना के उद्देश्य ने प्रत्येक स्थान पर साधारण व्यक्ति की कल्पना शक्ति को उत्तेजित कर दिया था। असह्य समाचारपत्रों और पत्रिकाओं के लेखों में दूरदर्शक के सम्पूर्ण होने के बीस वर्षों तक उसकी प्रगति की व्याख्या होती रही। हमें यह ज्ञात है कि 1934 में पहली बार जब 200-इंच की तश्तरी को ढाला गया, तो उसे देखने के लिए हजारों की संख्या में दर्शक कारनिंग में गए और विख्यात समालोचक लोवेल टॉमस ने कहा, “पच्चीस वर्षों में सम्य ससार का सर्वाधिक दिलचस्प विषय।”

अब तश्तरी पूर्ण होने के लिए एक अन्य मील का पत्थर पार कर चुकी थी।

एक विशिष्ट ऑप्टिकल दुकान में रगड़ने और पालिश करने की प्रक्रिया सततता से एक माह के पश्चात् दूसरे माह तक होती रही। इस कार्य में सलग्न इक्कीस व्यक्ति खास ढंग के सफेद सूट पहनते थे जिन पर धूल नहीं जमती थी। फर्श को दिन में दो बार साफ किया जाता और प्रत्येक रात्रि को दुकान में स्वच्छ हवा को लाया जाता। अगस्त 1937 तक 5 हजार पाँड जाँच की पालिश हो चुकी थी।

हेल के लिए अन्त समीप था। उसकी शक्ति, उसकी बढ़ती हुई बीमारी के साथ कम होती जा रही थी। किन्तु फिर भी वह अपने दूरदर्शक और पेंलोमर माउटेन पर निर्मित होती नयी ऑब्जर्वेटरी के सम्बन्ध में सूचना प्राप्त करता रहता। चाहे अन्त के इन वर्षों में बीमार होने के कारण उसे अपने क्रिया-कलापों को कम करना पड़ा, फिर भी उसका विशिष्ट एवं भावपव्य व्यक्तित्व उसके सहयोगियों को कार्य करने के लिए प्रेरित करता

था। फरवरी 1938 में अपनी मृत्यु के समय वह जानता था कि उसका महान दूरदर्शक निर्मित हो जाएगा।

द्वितीय महायुद्ध के समय नेत्र-सम्बन्धी उपकरणों की मांग बढ़ने पर, दर्पण का काम बीच में रुक गया। इसे दुबारा 1945 में प्रारम्भ किया गया। अक्टूबर 1947 में पैलोमर की यात्रा के लिए तैयार पालिश हुए दर्पण से लगभग पाच टन काँच बीस टन का मडलक निर्मित करने के लिए हटाया जा चुका था।

अन्ततः यात्रा पूर्ण हुई। वर्षा, बर्फ, धुँध को पार की गयी यात्रा के पश्चात् 200 इंच का दर्पण, अपने नए घर में प्रविष्ट हुआ जहाँ विशालकाय दूरदर्शक ट्यूब और उसे चढ़ाने वाला यंत्र उसकी प्रतीक्षा कर रहे थे।

दूरदर्शक की रूपरेखा बनाना एवं उसका निर्माण करना असामान्य कठिनाई का कार्य था। उसे एक पुल की भाँति शक्तिशाली और अपनी गति में घड़ी की भाँति नाजक होना चाहिए था। चाहे इसको सहारा देने वाले ट्यूब और योक का भार सैकड़ों टन है, फिर भी वह इतने उत्कृष्ट ढंग से सतुलित है कि उनको आंशिक हॉस-पावर की मोटर भी हिला सकती है।

यंत्र के वे भाग जिन पर दूरदर्शक घूमता है वास्तव में तेल पर तरत हैं। इसे निरन्तर भारी दाब द्वारा तैल-पैड्स के छेदों से भीतर फेंका जाता है, जिससे इंच के तीन हजारवें भाग-जितनी मोटी तेल की परत, विशालकाय यंत्र को समाले रहती है।

वास्तव में दूरदर्शक इतना बड़ा है कि खगोलज्ञ नली के भीतर निरीक्षण करने के पिंजरे में बँठा है और दूरदर्शक के साथ-साथ घूमता जाता है। गुम्बद का व्यास 137 फुट है और भार 1000 टन। इस भवन में वे सब वस्तुएँ उपस्थित हैं जिनकी खगोलज्ञ को आवश्यकता होती है—ऑफिस, कपड़ा कमरा, पुस्तकालय, भोजन करने का कमरा इत्यादि।

3 जून 1948 को 200-इंच का समपण-समारोह माउंट पैलोमर पर हुआ। बहुत-से विख्यात वैज्ञानिक और खगोलज्ञ इस समारोह में उपस्थित थे। गुम्बद के विशालकाय भवन के भीतर बैठकर उन्होंने व्याख्याताओं से इसकी रूपरेखा और निर्माण एवं बीस वर्ष के परिश्रम की गाथा सुनी। उस दिन जो बहुत-सी बातें कही गयीं उनमें से डॉ. रेमंड बी. फामिडक का



माउंट पलोमर के भवन में वह सभी कुछ है जिसकी खगोलज्ञ को आवश्यकता होती है ।

भाषण उद्धृत करने योग्य है।

“सत्य का अन्वेषण,” उन्होंने कहा, “मनुष्य की आत्मा की उदात्त अभिव्यक्ति है और हमेशा से रही है। तारों को देखने की यह महान नयी खिडकी हमें समय और अन्तरिक्ष की उन चौकियों के सम्पर्क में लाएगी जो शताब्दियों से हमें इंगित द्वारा बुलाती रही हैं। यह विश्व के रहस्य, उसकी व्यवस्था, उसके सौंदर्य और उसकी शक्ति को नए सिरे से केन्द्रित करेगी।”

दूरदर्शक के निर्माण में हेल के कार्य को काफी व्याख्याताओं द्वारा श्रद्धाजलि दी गयी। रॉकफेलर फाउंडेशन के मैक्स मेसन ने कहा, “प्रारम्भ से ही यह योजना श्रद्धा और सौहार्दपूर्ण सहयोग का उदाहरण रही है। आज हेल जब इसके मार्गदर्शक थे तब यह किसी और तरह हो भी नहीं सकती थी।”

वोर्ड ऑफ ट्रस्टीज द्वारा अपनायी गयी, सर्वसम्मति से स्वीकृत, प्रतिज्ञा को ली ड्यू ब्रिज ने पढा

“कैलिफोर्निया इस्टीमेट ऑफ टेक्नॉलॉजी के बोर्ड के ट्रस्टी निश्चय करते हैं कि पैलोमर माउटेन के 200 इंच के दूरदर्शक को आज के पश्चात् वि हेल टेलिस्कोप

के नाम से जाना जाए।

“इसके अतिरिक्त बोर्ड ऑफ ट्रस्टीज का निर्देश है कि डॉ हेल के सम्मान में सदैव के लिए एक धातु प्लेट ऑब्जर्वेटरी के भीतर स्थापित की जाए और उसकी एक प्रमाणित एव अविनाश्य कापी मिसेज हेल को भेंट की जाए।”

धातु-प्लेट पर हम सब के देखने के लिए ये शब्द हैं

दो सौ इंच के दूरदर्शक का

जाज ऐलरी हैं

(1868-1938)

के सम्मान में नामकरण किया गया है

जिनकी दूरदृष्टि और नेतृत्व ने

इसे संभव बना दिया।

आगामी वर्षों में जब कभी तारे दिखाई दिए, हेल के दूरदर्शक का निरन्तर उपयोग किया गया, जिससे मनुष्य के ज्ञान का, विश्व के सम्बन्ध में सूचनाओं का भंडार और अधिक बढ़ता गया। असरय धुंधली आकाश-गगाओं के, जिन्हे पहले कभी नहीं प्रेक्षित किया गया था, चित्र खींचे गए और निक्ववर्ती तात्कीय तत्र के सम्बन्ध में नयी जानकारी प्राप्त की गयी। दूरदर्शक के साथ किए गए अनुसन्धानों से ज्ञात हुआ है कि दूर की आकाश-गगाओं की दूरी के हमारे पुराने अनुमान गम्भीर रूप से त्रुटिपूर्ण हैं। इसके अतिरिक्त दूरदर्शक का प्रयोग ग्रहों के पहले से अधिक सफलतापूर्वक चित्र खींचने और अन्तरिक्ष में छिपे रहस्यमय पिंडों की, जो रेडियो तरंगों का विकिरण करते हैं, खोज करने के लिए किया गया। पेलीमर माउटेन के इस विशाल दूरदर्शक द्वारा प्राप्त परिणामों से हेल और सभी श्रद्धालु व्यक्तियों की, जिन्होंने इसके निर्माण में सहयोग दिया, प्रत्याशाएँ पूर्ण हुई हैं।

आकाश से संकेत

हजारो वर्ष तक मनुष्य को तारो का पता केवल प्रकाश की धुंधली किरणों के द्वारा ही चलता था। वास्तव में अन्य जीवों की भाँति, मनुष्य की आँखें विकिरण के प्रति, जिसके इन्द्रधनुषी दृश्य-रंग लाल, बैंगनी, पीले, हरे, नीले, गहरे नीले और जामुनी होते हैं, अभ्यस्त होती गयी।

निस्संदेह मनुष्य ने अपनी सूक्ष्म-बुद्धि से काम लेकर थर्मोपाइल जैसे यंत्रों का आविष्कार किया, जिससे उसे वर्ण-पट के लाल सिरे से आगे की रश्मियों के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त हुई और उसने प्रकाश-विद्युत् संकेत जैसे यंत्र भी निकाले, जिससे उसे अदृश्य परा-जम्बू विकिरणों का पता चल सका। लेकिन अभी हाल तक विश्व के बारे में उसके द्वारा एकत्र सभी तथ्य चाक्षुष दूरदर्शकों के माध्यम से प्राप्त हुए थे।

खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक नया और महत्वपूर्ण अध्याय दिसम्बर 1931 में अमेरिका की बेल टेलीफोन लेबोरेटरीज के रेडियो-इंजीनियर डॉ. काल जी जैस्की ने जोड़ा।

डॉ. जैस्की बेल टेलीफोन लेबोरेटरीज की हॉल्मडेल, यू. जर्सी शाखा में लगभग 15 मीटर तरंग-दैर्घ्य की लघु रेडियो तरंगों के बारे में शोध-कार्य कर रहे थे। उन्होंने अत्यधिक संवेदनशील रेडियोग्राही यंत्र और ऐसे सुदीर्घ एरियल तंत्र की सहायता से, जिसे किसी भी दिशा में मोड़ा जा सकता था, पृष्ठभूमि की ऐसी रेडियो ध्वनियों को सुना जो प्रायः रेडियो-प्रसारण में वृद्ध बाधक बनती हैं।

जैस्की ने जो ध्वनियाँ सुनीं उनमें एक ऐसा उच्च-स्वरीय सीत्कार था जो घण्टों तक सुनाई देता था, परन्तु दिन में एक बार सबसे अधिक तेज होता था। जैस्की ने इस विचित्र सीत्कार के सम्बन्ध में, जो कुछ भी मालूम हो सके, मालूम करने का निश्चय किया।

उन्हें बहुत शीघ्र पता चला कि जब वे अपना एरियल इस प्रकार घुमाते हैं कि वह बारी-बारी से क्षितिज के विभिन्न बिन्दुओं के सामने होता है तो ध्वनि तीव्रतर होती जाती है और एक विशेष दिशा में वह तीव्रतम हो जाती है, जिसके बाद जैसे-जैसे एरियल की दिशा बदलती जाती है, ध्वनि मन्द होती जाती है।

जैसे-जैसे दिन बीतते गए, जैस्की ने देखा कि वह दिशा, जहा से तीव्रतम सीत्कार आता था, धीरे-धीरे बदलती गई, यहाँ तक कि पूरे एक वर्ष के परीक्षण के बाद वह दिशा कुतुबनुमा पर फिर मूल स्थान की ओर लौट आई। अन्त में जैस्की को रेडियो-तरंगों के इस विचित्र उद्गम की मुख्य विशेषताओं का साराश प्राप्त करने में सफलता मिली।

किसी एक दिन इस उद्गम की दिशा क्षितिज के साथ धीरे-धीरे खिसकती रहती और आरम्भ में जैस्की ने मोचा कि इससे यह संकेत मिलता है कि इस रेडियो-ध्वनि के लिए सूर्य उत्तरदायी है। लेकिन अगर ऐसा होता तो सामान्यतः उद्गम कुतुबनुमा में प्रतिदिन लगभग एक ही समय एक ही स्थान पर परिलक्षित होता। लेकिन जैस्की को तब यह विचार त्याग देना पडा, जब उसने महीनों के परीक्षण के बाद पाया कि उद्गम का सामजस्य सूर्य की क्रमिक गति से नहीं है क्योंकि वर्ष के एक भाग में तो उसकी दिशा सूर्य की ओर थी और छ महीने बाद उससे विपरीत।

इसी तथ्य के कारण अन्ततः जैस्की को सही निष्कर्ष निकालने में सहायता मिली।

अनन्त काल से लोगो को मालूम है कि जब पूव में सूर्योदय होता है तो पश्चिम में जो अन्तिम नक्षत्र डूबते हैं, वे ही कुछ राते बीतने पर सूर्योदय से कई मिनट पहले डूबते हैं। इसलिए, सूर्य के चारों ओर धरती के अपनी वक्षा में घूमने के कारण सूर्य तारों की पृष्ठभूमि के विरुद्ध गतिशील प्रतीत होता है।

जैस्की ने अनुभव किया कि मन्द रेडियो-ध्वनियों के जिस उद्गम की वह खोज कर रहा है, वह तारा-जटित पृष्ठभूमि के एक विशिष्ट क्षेत्र से सम्बन्धित है और उसके लिए अब केवल उस क्षेत्र की खोज करना शेष रह गया है।

उसने जो तथ्य एकत्र किए थे, उनके तथा खगोलशास्त्रीय सिद्धान्तों के आधार पर उसे यह गणना करने में सफलता मिली कि रेडियो-ध्वनि का यह मन्द सीत्कार आकाशगंगा की ओर से अर्थात् आकाशगंगा के समतल से आता है। इसके अतिरिक्त यह सिद्ध करना भी सम्भव था कि तीव्रतम ध्वनि आकाशगंगा के केन्द्रीय भाग से अर्थात् धनु-तारामण्डल के विशाल क्षेत्रों से आती है।

जैस्की इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि विकिरणों का उद्गम या तो स्वयं तारे हैं, या तारों से निःसृत किरणों से उद्भासित अन्तरतारकीय पदार्थ है। वह स्वयं सूर्य से, जो वास्तव में निकटतम तारा है, कोई भी रेडियो-ध्वनि प्राप्त नहीं कर सका। अतः उसने दूसरे विचार पर ध्यान केंद्रित किया।

इस प्रकार इस खोज का श्रेय कार्ल जैस्की को मिला कि तारकीय विश्व का पता प्रकाशग्राही दूरदर्शक यंत्रों के साथ साथ रेडियो द्वारा भी लगाया जा सकता है। दुर्भाग्यवश उसने अपने महत्वपूर्ण खोज-कार्य का विवरण एक ऐसी रेडियो अभियांत्रिकी पत्रिका में छपवाया जिसे शायद ही कोई खगोल-वैज्ञानिक पढ़ता था, और इस प्रकार उसका अनुसंधान कई वर्षों तक उपेक्षित रहा।

रेडियो-खगोल-विज्ञान का तेजी से विकास कई प्रतिभासम्पन्न व्यक्तियों के प्रयास का फल है, जिनमें सबसे पहला नाम जैस्की का है। द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान रेडार के प्रयोग के कारण इस क्षेत्र में अनुसंधान को बढ़ावा मिला यद्यपि यह अनुसंधान युद्ध समाप्ति के बाद के लिए स्थगित रहा।

लेकिन सूर्य से प्रथम रेडियो-संकेत निश्चित रूप में युद्ध-काल में ही प्राप्त किए गए। फरवरी 1942 में कई ब्रिटिश सैनिक रेडार-संचालकों को पता चला कि उनके यंत्रों में रेडियो-ध्वनि के कारण गम्भीर बाधा उत्पन्न हो रही है। उनके शक्तिशाली उपकरण का कार्य शत्रु के विमानों की स्थिति का पता लगाना था और शुरू में यह आशंका व्यक्त की गई कि जर्मनों ने किसी नए प्रकार के अवरोधक यंत्र का आविष्कार किया है।

जब हम चिन्ताजनक रेडियो ध्वनि की जानकारी मिली तो सैनिक

संचालन अनुसंधान शाखा के श्री जे एस हे ने जाँच-पड़ताल शुरू की। उन्होंने पाया कि ऐसे मौके पर श्रवण-केन्द्रों को सूर्य की दिशा में उमुख होना पड़ता था। उन दिनों सौर-तल पर एक बड़ा धब्बा दिखाई दिया था और हे इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि रेडियो-ध्वनि का मूल इसी विद्युत् आवेशित पदार्थ के भ्रमिल में है। शेष युद्ध-काल में हे के निष्कर्ष को गुप्त रखा गया और 1946 में ही इस दिलचस्प नई जानकारी के आधार पर आगे अनुसंधान आरम्भ किया गया।

इस बीच अमेरिका का एक और अनुसन्धानकर्ता ग्रेटे रेबर आकाश-गंगा से आने वाली रेडियो-ध्वनि के स्पष्ट चित्र प्राप्त करने के लिए रेडियो-दूरदर्शक का प्रयोग कर रहा था। रेबर ने इस यंत्र का निर्माण स्वयं किया था और यह कुछ-कुछ किरण परावर्ती दूरदर्शक के समान था, जिसमें नतोदर दर्पण तारे या ग्रह की प्रकाश-रेखाओं को केन्द्रीभूत करता है जिसके फल-स्वरूप प्राप्त प्रतिबिम्ब को नेत्रिका द्वारा देखा जाता है या उसका चित्र लिया जाता है। रेबर के दूरदर्शक में 30 फुट व्यास का तश्तरीनुमा धातु-निर्मित 'दर्पण' था, जिसकी फोकस-दूरी 20-फुट थी। फोकस पर उसने द्विध्रुवक एरियल लगाया था, जिससे वहाँ केन्द्रित रेडियो-ध्वनि का पता लगाया जा सके।

इस दूरदर्शक की सहायता से उसे आकाशगंगा की छानबीन करने और यह सिद्ध कर दिखाने में सफलता मिली कि रेडियो-ध्वनि और आकाश-गंगा में दृश्य-पदार्थ के वितरण में सामान्यतः सामंजस्य है। रेबर ने जैस्की से भिन्न और लघुतर तरंग-दैर्घ्य का प्रयोग किया और उसे पता चला कि सूर्य से 'प्रसारण' उसी तीव्रता से होता है जिस तीव्रता से आकाशगंगा के पदार्थ-क्षेत्र के केन्द्र से होता है।

इन आरम्भिक खोजों के बाद और अधिक अच्छे दूरदर्शकों का निर्माण कई देशों में हो गया था और उनकी सहायता से पूरे आकाश की जाँच-पड़ताल की गयी। इस पड़ताल से पता चला कि मुख्यतः आकाशगंगा से आने वाली सहज पृष्ठभूमि वाली रेडियो-ध्वनि के बँसे और भी विकिरण के 'चमकीले' स्रोत आकाश में अ-यंत्र बिखरे हैं और इन्हें 'रेडियो तारे' या अधिक उपयुक्त रूप में 'रेडियो उदगम' कहा गया।

इन खोजों के बारे में अधिक स्पष्टता से समझने के लिए हम मान लें कि हमारी दृष्टि प्रकाश के प्रति संवेदनशील नहीं है। लेकिन उसमें ऐसा परिवर्तन हो जाता है कि हम लघुतरंग दृश्य की रेडियो-तरंगों के द्वारा 'देख' सकते हैं—दूसरे शब्दों में हमारी आँखें रेडियो-दूरदर्शक बन जाती हैं।

इस स्थिति में यदि हम सूर्य की ओर देखेंगे तो वह 'दृष्टिगोचर' तो फिर भी होगा लेकिन पहले से कहीं बड़ा दिखाई देगा, क्योंकि सूर्य से प्राप्त बहुत सी रेडियो ध्वनि का मूल उसके चारों ओर का प्रभा-मण्डल है जो सूर्य के गिद कम घनत्व वाली गैस का बलय है और दो या तीन सौर-व्यासों तक विस्तृत है। प्रायः सौर-धब्बे वाले क्षेत्रों से 'चमकीले' रेडियो विस्फोट 'दृष्टिगोचर' होंगे।

चन्द्रमा हमेशा 'अदृश्य' रहेगा, क्योंकि उससे कोई रेडियो-ध्वनि नहीं आती और यह सोचना दिलचस्प है कि उसकी खोज (यदि वह पहले ही से ज्ञात न होता) धरती पर उसके गुरुत्वाकर्षण द्वारा ठीक उसी प्रकार की जाती जैसे ऐडम्स और लेवेरियर ने वरुण ग्रह की खोज मंगल ग्रह पर उसके गुरुत्वाकर्षण के जरिये की।

ग्रह स्वयं सामान्यतः 'मन्द' या 'अदृश्य' होंगे यद्यपि कभी-कभी बृहस्पति और शनि के वातावरण में घुमड़ने वाले विशाल बँधुत तूफानों से निःसृत रेडियो-तरंगें इतनी शक्तिशाली होंगी कि उन्हें हम अपनी परिवर्तित आँखों से 'देख' सकें।

आकाशगंगा इस समय रात में जितनी चमकीली दिखाई देती है उससे अधिक चमकीली दिखाई देगी और जब सूर्य भी चमक रहा होगा तब भी आकाशगंगा की पट्टी आकाश-भाग पर दृष्टिगोचर होगी। हजारों रेडियो तारे' दिखाई देंगे, जिनमें बहुत कुछ चमकीले होंगे और कुछ इतने मद्धिम कि मुश्किल से दिखाई देंगे। ये सब बहुत-कुछ उसी ढंग से टिमटिमाएँगे, जैसे सामान्यतः हमारे परिचित तारे, जबकि हम उनकी ओर देखते हैं, टिमटिमाते हैं।

शुरू से ही यह पता चला था कि अधिकांश आकाशीय रेडियो-स्रोतों की घूमिलता के कारण बहुत बड़े रेडियो-दूरदर्शक बनाने की आवश्यकता होगी और बीस वर्ष से भी कम समय में रेडियो-दूरदर्शकों के दफणों या तलों

का व्यास रेवर द्वारा निर्मित यत्र के 30-फुट व्यास से बढ़कर जॉर्डेल बैंक, मानचेस्टर, इंग्लैण्ड स्थित विशाल रेडियो-दूरदशक मे 250-फुट हो गया । रेडियो-खगोल-विज्ञान का, चाक्षुष खगोलशास्त्र की तुलना मे एक विशिष्ट लाभ यह है कि रेडियो-तरंगो पर कुहरे, बादल या दिन के प्रकाश का कोई प्रभाव नही पडता, जिससे निरीक्षण-परीक्षण किसी भी समय किया जा सकता है । लेकिन एक हानि यह है कि लघु रेडियो-तरंगो तक/का तरंग-दैर्घ्य दृश्य किरणो के मुकाबले हजारो-लाखो गुना होता है । इसीलिए चाक्षुष दूरदर्शको की तुलना मे रेडियो-दूरदशक कही बडे बनाने होते हैं ।

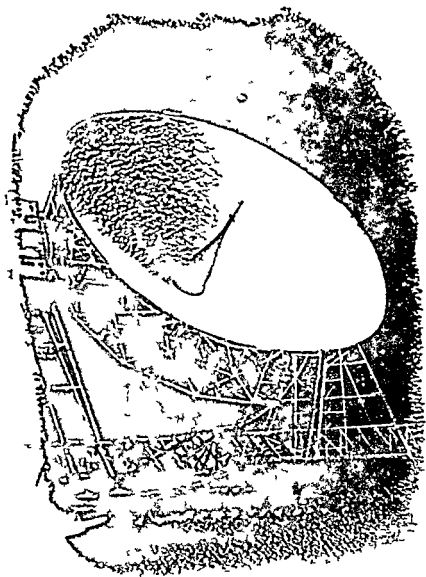
1950 तक यह स्पष्ट हो गया था कि रेडियो-खगोल-विज्ञान की अनेक समस्याओ के समाधान के लिए बहुत ही बडा परिचालन-सक्षम रेडियो-दूरदर्शक बनाना होगा ।

इसके लिए जितना काम करना होगा और जितनी सामग्री की आवश्यकता होगी, उसे ध्यान मे रखकर ब्रिटेन मे 250-फुट व्यास के दूरदर्शक के लिए तैयारियां 1952 तक लगभग पूरी कर ली गयी थी । विशाल तश्तरी तैयार की गयी, जिससे वह 1 से 15 मीटर तक की तरंग-दैर्घ्य पर कार्य कर सके । दूरदर्शक को आडी धुरी पर भी घूमना था और सीधी धुरी पर भी । 1953 तक जॉर्डेल बैंक मे जहा इसे लगना था कामशुरू हो गया, और 2 अगस्त 1957 की रात्रि को दूरदर्शक का पहली बार सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया ।

एक प्रकार से यह दूरदर्शक, जो विश्व मे सबसे बडा है, उतना ही जटिल है जितना माउट पैलोमर पर स्थित 'हेल चाक्षुष दूरदर्शक' जिसमे 200-इंच व्यास का दर्पण लगा है ।

250 फुट का चपक इस्पात की दो मीनारो के सहारे टिका है जो घरातल से 170 फुट ऊंची हैं । इन मीनारो की चोटी पर प्रयोगशालाओ मे विद्युत्-मोटरें दूरदर्शक को लगभग प्रयोगशालाओ की धुरी पर घुमाती हैं । इस धुरी पर प्रयुक्त 25 फुट वाले रैंक भग्न युद्धपोत 'रॉयल सावरेन' से बचाए गए थे ।

स्वयं मीनारें तल-भाग मे पहियो के सहारे 350-फुट व्यास और 17-फुट की चौडाई वाली रेल-पटरियो पर घूमती हैं । ये 45 से 90 फुट तक की गहराई वाली खूब मजबूत नीव पर स्थित हैं । इनकी मजबूती सुनिश्चित करने के लिए लगभग 10 हजार टन प्रबलित कंक्रीट का प्रयोग किया गया ।



2 अगस्त 1957 की रात्रि को दूरदर्शक का पहली
बार सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया ।

धरातल से ऊपर प्रयुक्त इस्पात का वजन लगभग 2000 टन है जिसमें चपक का भार 700 टन है ।

जिस नियंत्रण-तंत्र द्वारा दूरदर्शक को किसी भी आकाशीय वस्तु की ओर उमुख किया जा सकता है, उसी के द्वारा उसे इस प्रकार घुमाया जा सकता है जिसमें वह वस्तु अपने ही क्षेत्र में रहे और धरती के अपनी कीली में घूमने की स्थिति का परिहार हो जाए ।

चाक्षुष दूरदर्शको से भिन्न यह विशाल रेडियो-दूरदर्शक रेडियो-तरंगों के संप्रेषक के रूप में भी प्रयुक्त हो सकता है और ग्राही के रूप में भी । यह इसी प्रकार होता है जैसे किसी साधारण दूरदर्शक को फोकस पर बिजली का तेज बल्व लगाकर घुमाया जाए और वक्राकार दपण से प्रकाश को बाहर प्रक्षेपित किया जाए । लेकिन इस प्रकार प्रकाश-विरणों की सहायता से कम ही उपयोगी परीक्षण किए जा सकते हैं जब कि जॉर्डेल बैंक के रेडियो दूरदर्शक का सफलतापूर्वक संप्रेषक के रूप में प्रयोग किया गया है । रेडार-यंत्र के रूप में काम करते हुए उसने चंद्रमा तक रेडियो-संकेत भेजकर उन्हें वापस किया है और लगभग ढाई सेकंड में 'प्रतिध्वनि' प्राप्त की है । हाल में इसका प्रयोग शुरु ग्रह तक की दूरी नापने के लिए किया गया और पांच सेकंड में उस ग्रह तक संकेत भेजकर उन्हें वापस किया गया । संकेत के प्रेषण और उसकी प्राप्ति के समयों की सावधानी से माप करके और इस अवधि को अन्तरिक्ष में रेडियो-तरंगों की गति से गुणा करके वहाँ तक की और वहाँ से वापसी की दूरी मालूम की जा सकती ।

जब रूसियों ने 1957 में अपना पहला कृत्रिम भू उपग्रह छोड़ा तो उसकी गतिविधि का पता लगाने के लिए इस दूरदर्शक का उपयोग किया गया । तब से अब तक कई मौकों पर रूसियों और अमेरिकियों ने भी इसका उपयोग अपने अपने भू-उपग्रहों की गतिविधियों का अध्ययन करने के लिए किया है । उन खोजों के लिए भी इसका उपयोग किया गया है जो चन्द्रमा तक या उससे आगे की यात्राओं के लिए आवश्यक होगी ।

लेकिन इस विशाल दूरदर्शक का मुख्य काय हमारे सौर परिवार से बहुत आगे के अन्तरिक्ष की गहराइयों के बारे में सूचनाएँ प्राप्त करना है जिसमें रेडियो-खगोल-बैज्ञानिकों को उस विचित्र रेडियो-ब्रह्माण्ड की

समस्याएँ सुलझाने का अवसर मिले जिसका वे अध्ययन कर रहे हैं। रेडियो-खगोल-विज्ञान के पिछले बीस वर्ष वस्तुतः वैसे वर्ष रहे हैं जैसे गैलीलियो द्वारा चाक्षुष दूरदर्शक के उपयोग के बाद रहे थे, जब कि अनेक नयी खोजें की गयी थी जिनमें कुछ को समझना आसान था और कुछ बहुत ही जटिल थी।

आकाशगंगा के सभी भागों से आने वाले सामान्य पार्श्वभूमि विकिरण के बारे में अब स्पष्ट हो चुका है कि वह तारों के मध्य स्थित हाइड्रोजन के विस्तृत बादलों के कारण है, न कि स्वयं तारों से निःसृत है, जैसा कि जैस्की का सन्देह था। एक दिलचस्प रेडियो-तरंग-दैर्घ्य 21 सेंटीमीटर का है। यह भी आकाशगंगीय विषुवत् रेखा के समतल में अन्तरतारकीय हाइड्रोजन के संकेद्रण के कारण है। यद्यपि अतिरिक्त में माचिस के बराबर आयतन में एक सौ से भी कम हाइड्रोजन के परमाणु होते हैं, फिर भी तारों के मध्य बिखरे हाइड्रोजन का कुल वजन करोड़ों मूर्यों के भार के बराबर होता है। यह हाइड्रोजन समस्त आकाशगंगीय समतल में समान सघनता से नहीं फैला है बल्कि गैस, धूल और उन तारों की विशाल सर्पिल भुजाओं में संकेन्द्रित है जो आकाशगंगीय केन्द्र के गिद वलयित हैं।

खगोल-वैज्ञानिकों ने इस शताब्दी के विशाल चाक्षुष दूरदर्शकों की सहायता से हमारे अपने तारकीय तंत्र के पार के तारों की आकाशगंगाओं में इस प्रकार की सर्पिल भुजाओं को देखा था, और उन्हें दीर्घ काल से सन्देह था कि हमारी आकाशगंगा में भी ऐसी सर्पिल भुजाएँ हैं। दुर्भाग्यवश अन्तर-तारकीय गैस और धूल प्रकाश-रोधक है और इस कारण से उन भुजाओं को देख पाना उसी प्रकार असम्भव था जैसे घने कुहरे में मोटरकारों और बसों के आकार को देख पाना।

आकाशगंगीय विषुवत् रेखा के समतल की सभी दिशाओं से आने वाली रेडियो-ध्वनि की तीव्रता की सावधानी से माप के द्वारा पहली बार यह सिद्ध करना सम्भव हुआ कि आकाशगंगा की सर्पिल भुजाओं का अस्तित्व है और उनके आकार-प्रकार का मानचित्र तैयार किया जा सका। आशानुबूल यह भी पाया गया कि हमारी आकाशगंगा एवं अन्य सर्पिल तंत्रों में निवृत्त की समानता है। इसके अतिरिक्त ऐसे तरीके को अपनाकर, जिसके व्योरे में जाने की आवश्यकता नहीं है, यह भी सिद्ध किया जा सका कि गैस के विशाल

बादल आकाशगगा के केन्द्र के गिर्द अपनी ही कक्षा में उसी प्रकार घूमते हैं जैसे ग्रह अपनी कक्षाओं में घूमते हैं।

लेकिन बहुत समय तक 'रेडियो तारे' खगोल-वैज्ञानिकों के लिए पहली बने हुए थे। जब इन तारों की स्थिति को माप लिया गया तो आकाश में इनके वितरण का मानचित्र तैयार हो गया। इसके आगे का सबसे अधिक स्वाभाविक कदम यह था कि इस मानचित्र की तुलना उन मानचित्रों से की जाए जिनमें सामान्यतः दृष्टिगोचर अर्थात् चाक्षुष दूरदर्शकों से दिखायी देने वाले तारों की स्थिति का निर्देश है। इस प्रकार की तुलना का विस्मयजनक परिणाम यह निकला कि लगभग बिना किसी अपवाद के ऐसा कोई भी 'रेडियो तारा' नहीं था जो उन स्थितियों में हो जिनमें दृष्टिगोचर तारे थे।

यह मोचा जा सकता है कि चूंकि सूर्य रेडियो-तरंगों प्रेषित करता है इसलिए अथवा सभी दृष्टिगोचर तारे भी ऐसा ही करेंगे। लेकिन हमसे सूर्य और तारों की दूरी पर आधारित गणनाओं से पता चलता है कि यदि ये तारे रेडियो तरंगों प्रक्षेपित करते भी हैं तो भी वे हम तक पहुँचते-पहुँचते इतनी मन्द होंगी कि उनका पता हमारे रेडियो-दूरदर्शकों को नहीं लग पाएगा।

प्रश्न यह है कि फिर कथित 'रेडियो तारे' क्या हैं ?

प्रायः ऐसा होता है कि किसी तारे का विस्फोट होता है और वह टुकड़े-टुकड़े हो जाता है। इस क्रम में वह कुछ समय तक तेजी से चमकता है और यह चमक करोड़ों तारों की सामूहिक चमक के बराबर होती है। और अक्सर यदि यह बहुत मन्द तारा हुआ तो उसे आँखों से पहली बार देखा जाता है और देखने वाला कह सकता है कि उसने एक नए तारे की 'खोज' की है। ऐसे तारों को 'सुपरनोवा' कहा जाता है। उनके अवशेष मूल स्थान में बाहर प्रति सेकंड हजारों मील की तेजी से जाते हैं और इस क्रम में चमकीली विशुद्ध गैस के बादलों का निर्माण करते हैं।

चीनियों ने सन् 1054 ईस्वी में ऐसे ही एक विस्फोट को देखा था और आज हम चाक्षुष दूरदर्शकों की सहायता से गैस के गोले को, जो तारकीय विस्फोट का परिणाम है, देख सकते हैं। इसे 'कक नीहारिका' कहा जाता है। रेडियो-दूरदर्शकों को जो कुछ प्राप्त हो रहा था वह तारकीय विस्फोट से जन्मे गैस के गोले की तीव्र वेग वाली धाराओं का रेडियो-

उत्सजन था।

दूसरे 'रेडियो तारे' का पता शर्मिष्ठा तारामंडल में एक सुपरनोवा की दिशा में चला, जिसे सन् 1572 ईस्वी में देखा गया था। इस प्रकार इस घाटना को बल मिला कि गैस की विक्षुब्ध धाराएँ रेडियो-तरंगों प्रक्षेपित करती हैं। उसके बाद 200 इंच वाले हेल दूरदर्शक से लिए गए चित्रों से मालूम हुआ है कि रेडियो-उद्गम स्थलों में कुछ अणु वस्तुएँ हैं जो सुपर नोवा विस्फोटों के अवशेष हो सकती हैं।

यह देखा गया है कि किसी विशाल आकाशगंगा में न केवल करोड़ों तारे होते हैं बल्कि विपुल धूल और गैस के बादल भी होते हैं। यदि अन्तरिक्ष में गतिशील दो आकाशगंगाएँ टकरा जाएँ तो उनमें से किसी भी आकाशगंगा के तारों का शायद ही विस्फोट होगा क्योंकि किसी आकाशगंगा में तारों के बीच औसत दूरी किसी तारे के व्यास से करोड़ों गुना होती है। इस प्रकार यदि आकाशगंगाओं के अतगत तारों के बीच गैस और धूल का व्यापक प्रसार न हो तो ये आकाशगंगाएँ एक-दूसरे के बीच से प्रेतों की भाँति गुजर जाएँगी। उनमें निम्सदह टकराव होगा जिससे तीव्र गति से अन्तरतारकीय पदार्थों की धाराओं का अन्तर्मिलन होगा और वे सम्भवतः रेडियो-तरंगों का विकिरण करेंगी। और वस्तुतः कई बार जिन्हें 'रेडियो तारे' कहा जाता है वे और कुछ नहीं बल्कि परस्पर टकराने वाली दो आकाशगंगाएँ होती हैं।

शेष रेडियो-स्रोत, जिनकी संख्या कई सौ हैं, अभी तक चाक्षुष साधनों से नहीं पहचाने जा सके हैं। हो सकता है कि वे इतने दूर हो कि 200-इंच के दूरदर्शक भी इन्हें दृश्यमान बनाने में सक्षम न हों।

रेडियो-खगोल-विज्ञान के इन अत्यंत आश्चर्यजनक चरणों में यह कहना कठिन है कि भविष्य के गम में क्या है। जस्को ने जब आकाश से आने वाले मद सन्तों की खोज की थी तब से केवल तीस वर्ष बीते हैं जो खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक क्षण के समान हैं। लेकिन यह महान क्षण रहा है जब ब्रिटेन, अमेरिका, आस्ट्रेलिया तथा कई अन्य देशों में रेडियो-खगोल-विज्ञान सम्बन्धी वेधशालाएँ बायबत हुई हैं। आने वाले वर्षों में वेधशालाएँ अपने नए दूरदर्शकों और प्रविधियों की सहायता से निश्चय ही आकाशीय संकेतों की सुन्दर विश्व-सम्बन्धी नए और महत्वपूर्ण अन्वेषण करेंगी।

दसवाँ अध्याय

जेट-चलित कैमरा

रेडियो-खगोल-विज्ञान के विकास के साथ-साथ उससे सम्बद्ध एक और नयी सम्भावना भी विज्ञान के क्षेत्र में दृष्टिगत हो रही है, वह है अन्तरिक्ष-अनुसन्धान। यह कई चरणों वाले बड़े रॉकेटों, नए एलेक्ट्रॉनिक उपकरणों और यूटन द्वारा निर्धारित एक दृढ़ता में स्थापित खगोल विज्ञान के नियमों पर आधारित है।

अधिकांश आधुनिक विज्ञानों की तरह इस क्षेत्र में भी विकास का श्रेय प्रतिभाशाली वैज्ञानिकों, तकनीकज्ञों और अन्य लोगों के बहुसंख्यक दलों के काय को है। इनमें से प्रत्येक ने योजना के अपने भाग का काय प्रयोग-शालाओं में या इंजीनियरी-कारखानों में या प्रक्षेपण मंच पर या रॉकेटों की खोज रखने वाले केन्द्रों में किया और इस प्रकार रॉकेट को चंद्रमा तक या उससे भी आगे भेजने के जटिल कार्य की दिशा में अपना-अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया।

बहुत से लोगों का विश्वास है कि अन्तरिक्ष उड़ान का विचार नया है, लेकिन ऐसी बात नहीं है। चन्द्रमा तक उड़ान की पहली कथा, जिसकी हमें जानकारी है, सन् 160 ई० में ल्यूशियन नामक एक ग्रीस निवासी ने लिखी थी। इस कथा के अंतगत एक व्यक्ति हरक्युलिस के स्तम्भों (जिब्राल्टर की खाड़ी) के पार जाते हुए अपने जहाज को तेज हवाओं में फँसा हुआ पाता है, जिससे उसे चन्द्रमा पर उतरना पड़ता है और जहाँ वह बहुत-सी रोमांचक स्थितियों से गुजरता है। खगोलशास्त्री बंप्लर ने स्वयं भी एक पुस्तक में चंद्रमा तक की यात्रा से सम्बद्ध कुछ विशेषताओं का वर्णन किया है और उन्नीसवीं शताब्दी में जूल वन नामक लेखक ने दो प्रसिद्ध उपयास लिखे, इनमें से एक का शीर्षक है 'धरती से चंद्रमा तक' और दूसरे का शीर्षक है 'चन्द्रमा के चारों ओर की यात्रा'।

उत्सजन था।

दूसरे 'रेडियो तारे' का पता शर्मिष्ठा तारामंडल में एक सुपरनोवा की दिशा में चला, जिसे सन् 1572 ईस्वी में देखा गया था। इस प्रकार इस धारणा को बल मिला कि गैस की विक्षुब्ध धाराएँ रेडियो-तरंगों प्रक्षेपित करती हैं। उसके बाद 200 इंच वाले हेल दूरदर्शक से लिए गए चित्रों से मालूम हुआ है कि रेडियो-उदगम स्थलों में कुछ अन्य वस्तुएँ हैं जो सुपर नोवा विस्फोटों के अवशेष हो सकती हैं।

यह देखा गया है कि किसी विशाल आकाशगंगा में न केवल करोड़ों तारे होते हैं बल्कि विपुल धूल और गैस के बादल भी होते हैं। यदि अन्तरिक्ष में गतिशील दो आकाशगंगाएँ टकरा जाएँ तो उनमें से किसी भी आकाशगंगा के तारों का शायद ही विस्फोट होगा क्योंकि किसी आकाशगंगा में तारों के बीच औसत दूरी किसी तारे के व्यास से करोड़ों गुना होती है। इस प्रकार यदि आकाशगंगाओं के अन्तर्गत तारों के बीच गैस और धूल का व्यापक प्रसार न हो तो ये आकाशगंगाएँ एक-दूसरे के बीच से प्रेतों की भाँति गुजर जाएँगी। उनमें निस्संदेह टकराव होगा जिससे तीव्र गति में अन्तरतारकीय पदार्थों की धाराओं का अतमिलन होगा और वे सम्भवतः रेडियो-तरंगों का विकिरण करेगी। और वस्तुतः कई बार जिन्हें 'रेडियो तारे' कहा जाता है वे और कुछ नहीं बल्कि परस्पर टकराने वाली दो आकाशगंगाएँ होती हैं।

शेष रेडियो-स्रोत, जिनकी संख्या कई सौ है, अभी तक चाक्षुष साधनों से नहीं पहचाने जा सके हैं। हो सकता है कि वे इतने दूर हों कि 200-इंच के दूरदर्शक भी इन्हें दृश्यमान बनाने में सक्षम न हों।

रेडियो-खगोल विज्ञान के इन अत्यंत आरम्भिक चरणों में यह कहना कठिन है कि भविष्य के गम में क्या है। जैस्की ने जब आकाश से आने वाले संकेतों की खोज की थी तब से केवल तीस वर्ष बीते हैं जो खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक क्षण के समान हैं। लेकिन यह महान क्षण रहा है जब ब्रिटेन, अमेरिका, आस्ट्रेलिया तथा कई अन्य देशों में रेडियो-खगोल-विज्ञान सम्बन्धी वेधशालाएँ कायम हुई हैं। आने वाले वर्षों में वेधशालाएँ अपने नए दूरदर्शकों और प्रविधियों की सहायता से निश्चय ही आकाशीय संकेतों को सुनकर विश्व सम्बन्धी नए और महत्वपूर्ण अन्वेषण करेंगी।

जेट-चलित कैमरा

रेडियो-खगोल-विज्ञान के विकास के साथ-साथ उससे सम्बद्ध एक और नयी सम्भावना भी विज्ञान के क्षेत्र में दृष्टिगत हो रही है, वह है अन्तरिक्ष-अनुसंधान। यह कई चरणों वाले बड़े रॉकेटों, नए एलेक्ट्रॉनिक उपकरणों और न्यूटन द्वारा निर्धारित एव दृढ़ता से स्थापित खगोल विज्ञान के नियमों पर आधारित है।

अधिकांश आधुनिक विज्ञानों की तरह इस क्षेत्र में भी विकास का श्रेय प्रतिभाशाली वैज्ञानिकों, तकनीकज्ञों और अन्य लोगों के बहुसंख्यक दलों के काय को है। इनमें से प्रत्येक ने योजना के अपने भाग का कार्य प्रयोग-शालाओं में या इंजीनियरी-कारखानों में या प्रक्षेपण मंच पर या रॉकेटों की खोज रखने वाले केन्द्रों में किया और इस प्रकार रॉकेट को चन्द्रमा तक या उससे भी आगे भेजने के जटिल काय की दिशा में अपना-अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया।

बहुत से लोगों का विश्वास है कि अन्तरिक्ष-उड़ान का विचार नया है, लेकिन ऐसी बात नहीं है। चन्द्रमा तक उड़ान की पहली कथा, जिसकी हमें जानकारी है, सन् 160 ई० में ल्यूशियन नामक एक ग्रीस-निवासी ने लिखी थी। इस कथा के अंतर्गत एक व्यक्ति हरक्युलिस के स्तम्भों (जिब्राल्टर की खाड़ी) के पार जाते हुए अपने जहाज को तेज हवाओं में फँसा हुआ पाता है, जिससे उसे चन्द्रमा पर उतरना पड़ता है और जहाँ वह बहुत-सी रोमांचक स्थितियों से गुजरता है। खगोलशास्त्री कॅप्लर ने स्वयं भी एक पुस्तक में चन्द्रमा तक की यात्रा से सम्बद्ध कुछ विशेषताओं का वर्णन किया है और उन्नीसवीं शताब्दी में जूल वन नामक लेखक ने दो प्रसिद्ध उपन्यास लिखे, इनमें से एक का शीर्षक है 'धरती से चन्द्रमा तक' और दूसरे का शीर्षक है 'चन्द्रमा के चारों ओर की यात्रा'।

वा की यह वाग्निश होती थी कि वह अपनी कथाओं की वैज्ञानिक पृष्ठभूमि जितनी अधिक सही हो सके, रखे। उसका तब था कि अगर एक बहुत बड़ी तोप का जमीन में इम तरह गाड़ दिया जाए जिमसे उमका मुँह ऊपर की ओर हो तो उस ताप के गोले के भीतर के खोखले भाग में बैठे उसकी कथा के पात्रों को तोप दागकर चन्द्रमा तक की यात्रा करा सकना सम्भव होगा।

लेकिन उमके इम विचार में कई बड़ी गलतियाँ थी, यद्यपि उसका यह कहना सही था कि अगर तोप का गोला धरती के वातावरण से मात्र मीलों प्रति सेकंड की गति से गुजर जाए तो वह धरती के गिद चन्द्रमा की कक्षा में यात्रा कर सकेगा।

वन के बाद बहुत-से अन्य लेखकों ने भी अन्तरिक्ष-यात्रा सम्बन्धी रोमांचक कथाएँ लिखी हैं। लेकिन अन्तरिक्ष-यात्रा सम्बन्धी समस्याओं का हल तब निकलना आरम्भ हुआ जब इमसे सम्बद्ध सम्पूर्ण प्रश्न पर रूस के वैज्ञानिक कौस्टेन्टिन स्योल्कोवस्की ने उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में वैज्ञानिक ढंग से अध्ययन आरम्भ किया। अन्य देशों में विशेषतः अमेरिका, जर्मनी और फ्रांस में इस शताब्दी के आरम्भिक 30 वर्षों में अन्य प्रवक्ताओं ने भी अन्तरिक्ष-उड़ान की नींव डालने में सहायता दी। मानव-जाति के इतिहास में जैसे पहले हुआ है वैसे ही इस बार भी अधिकांश लोगों ने उनकी खिल्ली उड़ाई, लेकिन अधिकांश प्रवक्ताओं की भाँति वे अपने साथियों के उपहास के बावजूद प्रयत्नशील रहे। यह अच्छी ही बात है कि कुछ लोग ऐसी बात करते हैं क्योंकि वे यदि ऐसा न करते तो मानव-जाति का आदिम स्थिति से आज तक का विकास सम्भव न होता।

अन्तरिक्ष-उड़ान के सम्बन्ध में इन आरम्भिक उत्साही व्यक्तियों ने शीघ्र अनुभव किया कि अन्तरिक्ष के शून्य को चीरकर धरती से बाहर यनों के पैकेट या सम्भवतः मानव-युक्त अन्तरिक्ष-यान को पहुँचाने का एकमात्र व्यावहारिक साधन रॉकेट ही हो सकते हैं। लेकिन जिस समय वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे उस समय तक उपलब्ध ये रॉकेट इस काम के लिए बहुत ही अनुप-युक्त थे। इसलिए इनमें से कुछ लोगों ने रॉकेटों से सम्बद्ध परीक्षणों में कई वर्ष बिताए, ये परीक्षण कई स्थानों में किए गए और इनके लिए, सम्बद्ध

वैज्ञानिकों ने स्वयं ही परीक्षण-स्थलों का निर्माण किया। इन परीक्षण-स्थलों में उन्हें बहुत-से रोमांचक अनुभव प्राप्त हुए। परीक्षण से सम्बद्ध रॉकेट कभी तो ठीक वैसे ही काम करता था, जैसी आशा की जाती थी लेकिन अक्सर वह छूटता ही नहीं था, या जलकर राख हो जाता था, या छूटता भी था तो चक्कर खाकर प्रयोग करने वालों के सर पर ही आ गिरता था।

अब हम सबको मालूम है कि जर्मन प्रयोगकर्त्ताओं की सफलता के कारण नाजी सरकार इस निष्कर्ष पर पहुँची कि अगर ऐसे रॉकेटों का विकास किया जा सके तो उन्हें सैनिक कार्यों के लिए काम में लाया जा सकता है। बाल्टिक सागर के तट पर पीनेमुण्डी में स्थित विशाल रॉकेट-अनुसंधान संस्थान में, जिस पर रॉयल वायुसेना ने बम-वर्षा की थी, 'V-2 रॉकेट' बनाए गए जिनकी सहायता से जर्मनों ने द्वितीय विश्वयुद्ध में लन्दन और एण्टवर्प पर बम-वर्षा की।

उस युद्ध के अंत में जर्मनी के बहुत-से रॉकेट वैज्ञानिक तथा इंजीनियर रूस और अमेरिका गए जहाँ उन्होंने नए रॉकेट विकास संस्थान बनाने में मदद दी।

बहुत से वैज्ञानिकों ने यह अनुभव किया कि युद्ध के बाद का रॉकेट, युद्ध के पहले के रॉकेट से, इतना भिन्न है कि अंतरिक्ष-यात्रा के उत्साही व्यक्तियों के कुछ-पुगने स्वप्न अवश्य ही सत्य सिद्ध हो सकते हैं। इनके अन्तर्गत धरती के वातावरण में ऊँचाई पर अनुसंधान और कृत्रिम भू-उपग्रह का निर्माण थे।

4 अक्टूबर 1957 को रूसियों ने धरती के चारों ओर कक्षा में स्पुतनिक-1 को भेजा और न्यूटन द्वारा अपनी पुस्तक 'प्रिंसिपिया' में शास्त्रीय दृष्टि से यह सिद्ध करने के ठीक 270 वर्ष बाद, कि कृत्रिम उपग्रहों का निर्माण वैसे सम्भव हो सकेगा, मानव-जाति के लिए अन्तरिक्ष-युग का आरम्भ हो गया। (स्मरण रहे कि रूसी शब्द 'स्पुतनिक' का अर्थ 'उपग्रह' है।)

पहला उपग्रह 184 पाँड का था, इसके बाद स्पुतनिक-2 छोड़ा गया जो आधे टन का था, और फिर स्पुतनिक-3 छोड़ा गया जो 1 टन 6 हण्ड्रेड-वेट का था। अधिकार भार जटिल यंत्रों, रेडियो और उन बैटरियों का था जिनके द्वारा धरती के वातावरण से ऊपर की स्थिति के बारे में सूचनाएँ

प्राप्त की जा सकती थी और फिर उन्हें, जैसे-जैसे उपग्रह हमारी धरती की परिक्रमा करे, खोजा जा सके। इन उपग्रहों के द्वारा, जो एक प्रकार से मानव के यत्र-सेवक थे, धरती के चुम्बकीय क्षेत्र का मानचित्र तैयार किया गया है, ग्रहों के बीच गस के घनत्व का पता लगाया गया है, ब्रह्माण्ड-किरणों का विश्लेषण किया गया है (ब्रह्माण्ड-किरणें अन्तरिक्ष की गहराइयों से आने वाले तीव्रगामी परमाण्विक कण हैं) और इसी प्रकार की अ्य जांच-पड़ताल की गई है।

पहला स्पुतनिक छोड़े जाने के बाद छ महीने के अन्दर-अन्दर अमरीकियों को अपना पहला उपग्रह कक्षा में भेजने की सफलता मिली। तब से अब तक दर्जनों उपग्रह विभिन्न उद्देश्यों से छोड़े जा चुके हैं जिससे इस समय जबकि ये पत्तियां लिखी जा रही हैं लगभग 100 उपग्रह धरती की परिक्रमा कर रहे हैं और प्रत्येक महीने कुछ और नए जुड़ते जाते हैं।

बहुत-से रॉकेट जो प्रसंपण मच से इन कृत्रिम उपग्रहों को ऊपर ले जाते हैं, 100 टन से भी अधिक वजन के होते हैं। इनमें से कुछ तो वास्तव में सैकड़ों टन वजन के होते हैं, अर्थात् इजन और डिब्बों सहित एक भरी-पूरी रेलगाड़ी के बराबर। रॉकेट में अधिकांश वजन ईंधन के कारण होता है और यह ईंधन अब तक खोजे गए सभी ईंधनों से कहीं अधिक शक्तिशाली होता है, क्योंकि किसी उपग्रह को कक्षा में स्थापित करने के लिए बहुत अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है।

प्रथम रूसी उपग्रहों की सफलता के बाद यह देखा गया कि धरती और उसके आस पास के स्थानों के सम्बन्ध में ढेर-सी नयी जानकारी इन उपग्रहों के द्वारा प्राप्त हो सकती है, इसलिए सोवियत अन्तरिक्ष वैज्ञानिकों ने एक ऐसा प्रयास करने का निश्चय किया है जो पहले कभी किसी मनुष्य ने नहीं किया और वह है चंद्रमा की दूसरी ओर देखने का।

हम चंद्रमा की सतह को दूरदर्शक के सहारे जब देखते हैं तब उस पर जो पर्वतमालाएँ, फेटर तथा अ्य भौगोलिक विशेषताएँ दिखाई देती हैं, वे वही हैं जिन्हें गैलीलियो ने साढ़े तीन सौ वर्ष पूर्व उस दूरदर्शक से देखा था, जिसका नया-नया आविष्कार किया गया था। चंद्रमा का यह नाग लाखों वर्षों से धरती की ओर रहा है और इस बीच में जो भी जीव धरती पर

उत्पन्न हुए हैं उन्होंने केवल इसी को देखा है क्योंकि चन्द्रमा अपनी धुरी पर उतने ही समय में घूमता है जितने समय में वह धरती के चारों ओर अपनी कक्षा में एक परिक्रमा करता है। चन्द्रमा के दृश्य भाग के मानचित्र बनाने और फोटो लेने में तो पृथ्वी के खगोल-वैज्ञानिकों को सफलता मिली, परन्तु चन्द्रमा का वह भाग रहस्य बना रहा जो दृष्टिगोचर नहीं है।

धरती और चन्द्रमा का क्या सम्बन्ध है, इसे और स्पष्ट समझने के लिए हम मान लें कि धरती एक फुटबाल के समान है। इस दशा में चन्द्रमा टेनिस की गेंद के समान होगा और वह 30 फुट व्यास के वृत्त में 'धरती' के चारों ओर 27 $\frac{1}{3}$ दिनों में घूमेगा। स्वयं धरती 2 मील के व्यास वाले वृत्त में 100 फुट व्यास वाले गोले के, जो सूर्य का प्रतीक होगा, चारों ओर घूमेगी। जैसे-जैसे चन्द्रमा धरती की परिक्रमा करता है उसका वह भाग सूर्य की किरणों से प्रकाशित होता रहता है जो दूरवर्ती सूर्य के सामने है जबकि दूसरा भाग अंधकार में रहता है। जब धरती, चन्द्रमा और सूर्य इसी क्रम से एक सीधी रेखा में होते हैं तब चन्द्रमा का जो भाग सूर्य से प्रकाशित है, वह वही भाग है जो धरती से दूर घूम जाता है। ऐसे ही समय को नया चन्द्रमा कहते हैं।

सोवियत वैज्ञानिकों ने निश्चय किया कि उनकी समस्या सर्वोत्तम ढंग से यो हल हो सकती है कि वे धरती से यज्ञों से भरा हुआ एक खोल चन्द्रमा तक इस प्रकार भेजें जिससे वह चन्द्रमा के निकट गए चाँद के समय पहुँचें। जब यह खोल या चन्द्र-उपग्रह, चन्द्रमा और सूर्य के बीच पहुँचेगा तो वह चन्द्रमा के अज्ञात किन्तु प्रकाशित भाग की ओर देखेगा। उस हालत में कुछ हजार मील की दूरी से चन्द्रमा के उस भाग के चित्र लिए जा सकेंगे।

ऐसे उपग्रह के नियंत्रण और निर्देशन से सम्बद्ध उपकरणों के परीक्षण के लिए रूसियों ने 2 जनवरी 1959 को अपना पहला चन्द्र-उपग्रह छोड़ा, इसका नाम ल्यूनिक-1 था। यह उपग्रह धरती के वातावरण से 25,000 मील प्रति घण्टे की रफ्तार से गुज़रा। तब तक इसके रॉकेट-इंधन की टर्जियाँ खाली हो चुकी थी और पहले चरण का रॉकेट अलग हो चुका था जिससे धरती से तेज़ी के साथ बढ़ने के लिए केवल अन्तिम चरण वाला रॉकेट और खोज-सम्बन्धी उपग्रह शेष रह गए। लगभग 34 घण्टे बाद खोजी उपग्रह चन्द्रमा की कक्षा में पहुँच गया तब तक वह अन्तरिक्ष में

ढाई लाख मील की दूरी पार कर चुका था। वह चंद्रमा के लगभग 3000 मील पास से गुजरा और यह देखते हुए कि पहले प्रयास में यह नितान्त कठिन काय था, यह बहुत बड़ी प्रथम सफलता कही जाएगी। इसके बाद खोजी उपग्रह और आगे बढ़ता गया जिससे वह सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने वाला कृत्रिम ग्रह बन जाए। सिवाय इसके कि किसी सुदूर भविष्य में यह ग्रह धरती से टकराए, जिसकी बहुत ही कम सम्भावना है, वह शायद अनन्त काल तक सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करता रहेगा।

उसी साल सितम्बर में ल्यूनिक-2 छोड़ा गया। इस बार उसका लक्ष्य चंद्रमा की सतह थी और 13 सितम्बर को वह सतह से जा टकराया, वास्तव में ल्यूनिक-2 चंद्रमा के दृश्य भाग के मध्यविन्दु से अधिक दूर नहीं उतरा। उसकी आश्चर्यजनक यात्रा के लगभग अन्त तक उसमें लगे रेडियो के सन्केत आते रहे जिन्हें जॉइंटेल बैंक के विशाल रेडियो-दूरदशक ने ग्रहण किया। रूसिया ने ल्यूनिक-2 की प्रगति के सम्बन्ध में अपनी जानकारी के बाद ऐलान किया कि यह सम्भावना है कि वह चंद्रमा से जा टकराएगा जिस समय कि उसे टकराना था। उसके कुछ ही मिनट पहले उसमें आने वाले सकेतों की 'ब्लीप-ब्लीप' आवाज अचानक रुक गई जिससे सम्पूर्ण मानव-जाति को पता चला कि धरती से पहला पदार्थ चंद्रमा के तल पर पहुँच चुका है।

ल्यूनिक-1 और -2 की उड़ानों से जो सूचना एकत्र की गयी उसके आधार पर रूस के वैज्ञानिकों को विश्वास हो गया कि उनके अगले और सबसे अधिक कठिन परीक्षण के लिए उनकी नियंत्रण और निर्देशन पद्धति यथेष्ट सही है।

धरती के गुरुत्वीय खिंचाव को समझने के लिए प्रायः उसकी तुलना एक विशाल वृत्ताकार गड्ढे से की जाती है जिसके तल में धरती स्थित है। इस गड्ढे की दीवारें क्रमशः ऊपर की ओर ढलवाँ होती हैं, वे तल के निकट सबसे अधिक सीधी होती हैं और धरती से दूर ऊपर आते आते वे चपटी हो जाती हैं। यह बदलती हुई ढलान इस तथ्य को व्यक्त करती है कि धरती का गुरुत्वीय खिंचाव धरती के निकट सबसे तीव्र होता है और जैसे-जैसे आप धरती से दूर होते जाएँ यह खिंचाव कमजोर होता जाता है। यदि एक गेंद गड्ढे

के निकट पहुँचे और नीचे की ओर पहले छिछले ढलान में बड़े तो वह जैसे-जैसे नीचे जाएगी रफ्तार पकड़ती जाएगी लेकिन जब तक वह गड्ढे में सही कोण से न प्रवेश करे तब तक वह सम्भवतः तल पर धरती से नहीं टकराएगी, लेकिन ढलान से ऊपर उठने और गड्ढे से बाहर जा लुढ़कने से पहले वह गड्ढे की दीवारों के गिद चक्कर काट सकती है। दूसरी ओर गड्ढे के तल से किसी गेंद को एक विशेष रफ्तार से ऊपर की ओर लुढ़काया जाता है तो वह कुछ समय तक ऊपर उठ सकती है लेकिन उसकी रफ्तार क्रमशः धीमी होती जाएगी यहाँ तक कि वह क्षण-भर के लिए रुकेगी और फिर नीचे गिर जाएगी। अगर इस गेंद को आरम्भ से ही अधिक गति प्रदान की जाए तो वह वापस लौटने से पहले गड्ढे की ढलवाँ दीवारों पर और अधिक ऊँचाई पर पहुँचेगी और अगर उसे ऐसी गति प्रदान की जाए, जिसे बचाव की गति कहा जाता है, तो वह दीवारों के पार पहुँच जाएगी। हालांकि इस क्रम में वह अधिक धीमी गति से परन्तु ऐसी यथेष्ट गति से लुढ़केगी कि वह दूर-से-दूर चलती चली जाए, यहाँ तक कि जूल वन की कहानी में वर्णित तोप के गोले की तरह बिल्कुल बाहर चली जाए।

एक कृत्रिम भू-उपग्रह को ठीक उस गेंद की तरह माना जा सकता है जो गड्ढे की दीवारों के चारों ओर ठीक इतनी गति से लुढ़कती है कि वह धरती से समान दूरी बनाए रखे।

अब हम मान लें कि बड़े गड्ढे की ढलान के काफी ऊपर की ओर एक बहुत छोटा-सा गड्ढा है और यह भी कल्पना कर लें कि वह छोटा गड्ढा बड़े गड्ढे की दीवारों के साथ-साथ घूर्णाकार घूमता है और बड़े गड्ढे के तल से समान दूरी बनाए रखता है तो यह छोटा गड्ढा चन्द्रमा के गुरुत्वीय क्षेत्र का प्रतीक होगा।

सोवियत वैज्ञानिक बड़े गड्ढे के तल में ऐसे लोगों की स्थिति में थे जो गड्ढे की ढलानों के ऊपर एक गेंद को इस ढग से छोड़ना चाहते थे जिससे वह घूमते हुए छोटे गड्ढे में जा पड़े। इस गेंद (ल्यूनिक-3) को ठीक इतनी गति और दिशा प्रदान करनी थी जिससे वह गतिशील लक्ष्य से जा टकराए। गति और दिशा-सम्बन्धी भूल-चूक क्रमशः एक प्रतिशत से बहुत कम और एडिप्पी के छोटे भाग में कम होनी आवश्यक थी।

एक और कठिनाई भी थी। रूस, जहाँ से रॉकेट छोड़ा जाना था, उत्तरी गोलार्ध में है। कक्षा-सम्बन्धी गणना करते हुए रूसी विशेषज्ञों ने इस समस्या का हल अन्तिम उपग्रह के लिए ऐसा मार्ग चुनकर किया जिस पर जाने से यह सुनिश्चित हो जाए कि चन्द्रमा के गुरुत्वीय क्षेत्र द्वारा उसकी कक्षा में व्यतिक्रम उसे रूस के ऊपर, धरती के निकट ले आएगा।

इस प्रयत्न के लिए 4 अक्टूबर 1959 की तिथि चुनी गयी। नियंत्रण-कक्षों में अत्यधिक उत्तेजित वैज्ञानिकों और तकनीकज्ञों ने टेलिविजन के परदों पर कई भाग वाले शक्तिशाली रॉकेट को प्रक्षेपण स्थल पर खड़ा देखा। वह सैंकड़ों फुट ऊँचा था और उसका वजन सैंकड़ों टन था तथा उसके अग्र भाग में जाँच-पडताल के लिए यन ठसाठस भरे थे। अन्तिम सेकंडों की गिनती की समाप्ति पर पहले भाग के मोटरो का पृथ्वी को हिला देने वाला गजन प्रारम्भ हो गया। विशाल रॉकेट आग की उजली धारा छोड़ते हुए हवा में पहले बहुत धीमे और फिर लगातार तेज होते हुए ऊपर उठा। उसका दहन-वक्ष प्रति सेकंड दो टन ईंधन से अधिक का भक्षण कर रहा था।

उत्सुक वैज्ञानिकों ने अपने सामने के डायलों में रॉकेट की प्रगति को देखा, एक के बाद एक उस शक्तिशाली उड़ान की मजिले पूर्वनिर्धारित कार्यक्रम के अनुसार होती रही। अन्त में यत्रयुक्त अन्तरिक्ष-यान को, चन्द्रमा की ओर अपनी लम्बी यात्रा प्रारम्भ करने के लिए मुक्त कर दिया गया।

इस बीच रूस में उसके मार्ग का पता रखने वाले केन्द्रों ने उससे सवेत प्राप्त किया। तेजी से काम करने वाले इलेक्ट्रॉनिक सगणकों ने इन केन्द्रों द्वारा प्राप्त आकड़ों की गणना करके अन्तरिक्ष-यान की स्थिति और कक्षा का पता लगाया। सगणकों के 'क्लिक' की आवाज के साथ अपने परिणाम भ्रूक्षित करने के साथ ही वैज्ञानिकों की प्रसन्नता बढ़ गयी। ल्यूनिक-3 सही मार्ग पर था।

अन्तरिक्ष-यान अपने मार्ग में जिस प्रकार बढ़ रहा था उसे देखते हुए एक ऐसी सिलिंडरनुमा वस्तु का आभास होना था जो लगभग चार फुट तीन इंच लम्बी हो और जिसके गोलाकार सिरो से छह लम्बे एरियल निकले हों। इस सिलिंडर की दीवारों पर छोटी-छोटी प्लेटें थी जो सौर-बटरियाँ थी और जो सूर्य की किरणों को ग्रहण करती हुई उसे भविष्य के प्रयोग के

लिए विद्युत्-शक्ति के रूप में एकत्र कर रही थी। अनुसन्धान-सम्बन्धी यंत्रों के लिए कई खिडकियाँ दिखाई दे रही थी।

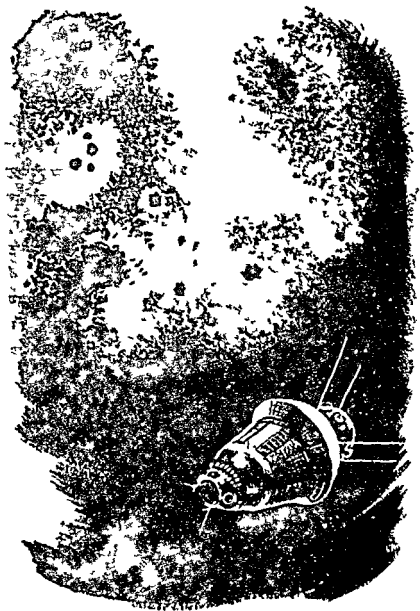
अन्तरिक्ष-यान के अन्दर विभिन्न प्रकार के जटिल इलेक्ट्रॉनिक यंत्र थे जिनमें टेलिविज़न के उपकरण, कैमरा और उससे सलग्न अन्य साज-सामान तथा शक्ति के अन्य साधन थे।

घण्टे बीतते गए और इस बीच अपनी कक्षा में घूमता हुआ चन्द्रमा और अन्तरिक्ष-यान निकट आते गए। 7 अक्टूबर को जब दोनों के बीच लगभग 40 हजार मील का अन्तर रह गया तब ल्यूनिक-3 फिर सक्रिय हो उठा।

उसने पहले अपने प्रकाशीय, धूर्णदर्शीय, और सगणक उपकरणों द्वारा अपने छोटे रॉकेट-मोटरो का उपयोग करके अपनी गति की उस ऐंठन को रोका जो उस समय से शुरू हो गयी थी जब उसने उस बड़े रॉकेट के अन्तिम चरण को छोड़ते समय, जिसने उसे कक्षा में भेजा था, पायी थी। इसके बाद उसके सिरे की प्लेटों में से एक को सूर्य-खोजी यंत्रों की सहायता से सूर्य की ओर उन्मुख किया गया। अन्तरिक्ष-यान के दूसरे सिरे से जो कैमरा बाहर की ओर भाँक रहा था वह इस प्रकार सूर्य से दूर घुमा दिया गया। चूँकि यह काय उस समय हुआ जब ल्यूनिक-3 सूर्य और चन्द्रमा के बीच में था, अतः कैमरा उस समय चन्द्रमा के प्रकाशित किन्तु अज्ञात भाग की ओर सधा हुआ था। एक अन्य प्रकाशीय यंत्र से प्राप्त संकेत से जब यह प्रकट हुआ कि चन्द्रमा फोकस में है तो चित्र लेने का काम शुरू हो गया।

इस बीच धरती पर खोज-खबर रखने वाले केन्द्रों में वैज्ञानिक, जिन्होंने देख लिया था कि अन्तरिक्ष-यान अब चित्र ले रहा है, उत्सुकता से प्रतीक्षा करते रहे और आशा करते रहे कि उन्होंने जिस यंत्रावलि का विकास किया है वह बिना किसी बाधा के कार्य करेगी। एक-एक मिनट बीतता गया। साठे तीन घण्टे, पौने चार घण्टे, चार घण्टे, चार घण्टे दस मिनट— और चित्र लेने का क्रम पूरा हो गया। इस बीच अन्तरिक्ष-यान की चन्द्रमा से दूरी 2,000 मील से बढ़कर 42,750 मील हो गई थी।

इसके बाद अभिस्थापन तंत्र को रोक दिया गया और ल्यूनिक-3 को एक समान रूपार में परिक्रमा करने दिया गया जिससे उसके एक भाग को सूर्य की बहुत गर्मी न भेलनी पड़े।



स्युनिक-3 का कपरा चन्द्रमा से प्रकाशित, किंतु प्रसात
भाग की घोर तथा हुआ था ।

इसके बाद फिल्मों को साफ करने की क्रिया आरम्भ हुई। इस व्यवस्था को विशेष रूप से सुरक्षित बनाया गया था जिससे अन्तरिक्ष का तीव्र-भेदी कॉस्मिक विकिरण चित्र को धुंधला न बना दे। कैमरे में चित्र ग्रहण करने के बाद फिल्म एक अन्य छोटी शोधन इकाई में पहुँची जहाँ स्वयं उसकी सफाई हुई, वह सूखी और स्थिर हुई। सम्पूर्ण प्रक्रिया के इस भाग का डिजायन तैयार करने में अन्तरिक्ष-वैज्ञानिकों को बड़ी कठिन तकनीकी समस्याओं को हल करना पड़ा था।

अन्तरिक्ष-यान अपनी एकाकी कक्षा में जैसे जैसे चन्द्रमा से दूरहटता गया उसके भीतर सभी बातें सहजता से होती गयी। बहुत धीरे-धीरे फिल्म टेलिविजन तंत्र से सम्बद्ध कैथोड-किरण नली से गुजरी जो चित्रों के अवलोकन के लिए लगायी गयी थी। प्रत्येक चित्र के आगे-पीछे प्रकाश का पतली रेखा फिल्म से होकर गुजरी और बाहर निकलते हुए उसकी चमक चित्र के विभिन्न भागों के अन्धकार के अनुरूप विभिन्न मात्राओं में घटती रही। प्रकाश की यह घट बढ़ रेडियो संकेत में बदल गयी जिसे धरती पर भेजा जा सकता था। इन संकेतों को तीव्र सवेदनशील ग्राहियों द्वारा अन्वेषण-केन्द्रों के अंकन उपकरणों द्वारा ग्रहण किया गया।

सुरक्षा की दृष्टि से ल्यूनिक-3 और धरती पर रेडियो-संचार-सम्बन्धी सभी व्यवस्थाएँ दुहरी बनायी गयी थी जिससे अगर एक यंत्र टूट जाए तो धरती के नियंत्रण-केन्द्र से आदेश भेजकर सुरक्षित यंत्र को चालू किया जा सके।

अन्तरिक्ष में लगभग ढाई लाख की दूरी से सूचना प्राप्त करने में कितनी कठिनाई थी इसका कुछ अनुमान इस बात को ध्यान में रखकर किया जा सकता है कि अन्तरिक्ष-यान के प्रेषित्रों से प्राप्त संकेतों की शक्ति कितनी थी। यह शक्ति सामान्य टेलिविजन-ग्राहियों से प्राप्त संकेतों की शक्ति से दस करोड़ गुना कम थी। फिर भी अन्तरिक्ष-यान के रेडियो और टेलिविजन-उपकरणों की सहायता से चित्रों को 2 लाख 90 हजार मील की दूरी तक सफलतापूर्वक भेजा जा सका।

ल्यूनिक-3 के कार्य पूरे हो चुके थे। धरती के गुरुत्वीय खिचाव से लिपककर यह अपने दीर्घवृत्तीय पथ से वापस लौटा और धरती के चारों ओर

30,000 मील की दूरी पर परिक्रमा करने लगा। अगर वह केवल धरती के खिचाव के अन्तर्गत होता तो वह लाखों वर्षों तक हमारी धरती का उपग्रह बना रहता लेकिन इसके बजाय चन्द्रमा और सूर्य दोनों ही के आकर्षणों के कारण उसकी कक्षा क्रमशः विकृत होती गयी और कई महीनों बाद वह धरती के वातावरण में प्रविष्ट होकर नष्ट हो गया।

उसके भेजे गए चित्रों का अन्तरिक्ष वैज्ञानिकों ने बड़ी सावधानी से सफल अध्ययन किया। मानव इतिहास में पहली बार मनुष्य ने चन्द्रमा के दूसरी ओर की प्राकृतिक बनावट पर दृष्टि डाली।

चन्द्रमा का जो भाग धरती की ओर है उसकी प्राकृतिक बनावट के अतिसूक्ष्म रूप से क्रेटर (crater) हैं, पर्वतमालाएँ हैं, खड्ड हैं और घूल के विशाल सागर हैं। क्रेटरों की सरया हजारों में हैं जिनमें कुछ 150 मील व्यास वाले हैं और कुछ सौ गज व्यास वाले भी। इन क्रेटरों के चारों ओर वृत्ताकार दीवार के अतिरिक्त जो प्रायः 20,000 फुट तक ऊँची होती है, मध्य में ऊबड़ खाबड़ शिखर होता है जिस पर प्रायः सूर्य की तीरछी किरणें पड़कर उसे चमका देती हैं जबकि क्रेटर का तल वृत्ताकार दीवार की छाया के कारण दिखाई नहीं देता। इन सब प्राकृतिक स्थलों का नामकरण प्लैटो, अरस्तू, न्यूटन, कॉपेर्निकस, और केप्लर जैसे प्रसिद्ध दार्शनिकों, वैज्ञानिकों और खगोलशास्त्रियों के नाम पर हुआ है।

पर्वतों के भी परिचित नाम रखे गए हैं। एप्पीनाइनस जो सैकड़ों मील लम्बी चोटियों वाली पर्वतशृंखला है और मध्य लीबनित्ज पर्वतमाला जो दृश्य मडलक के दक्षिणी भाग पर दिखाई देती है और अदृश्य भाग की ओर बढ़ जाती है।

कभी-कभी किसी पर्वतमाला के बीच सैकड़ों मील की तग घाटियाँ देखने को मिलती हैं। ऐसी एक घाटी अल्पाइन घाटी है जिसका निर्माण सम्भवतः चन्द्रमा के पृष्ठ पर करोड़ों वर्ष पूर्व किसी विशाल उल्का के जा टकराने से हुआ होगा।

चन्द्रमा के दृश्यतल के वे बड़े भाग अपेक्षाकृत सपाट हैं—वे 'मेरिया' (maria) या सागर कहे जाते हैं। यद्यपि हमें अब ज्ञात है कि ये पानी से नहीं बल्कि घूल से ढँके हैं फिर भी इनका नाम पूर्ववत् चला आ रहा है और

चन्द्रमा के मानचित्रों पर उन्हें सकट सागर, शान्ति सागर, दक्षिणी सागर आदि से चिह्नित किया जाता है। बहुत से नाम बड़े ही सुन्दर हैं जिनसे हमारी कल्पना में ऐसे विचित्र और अलौकिक सौन्दर्य का चित्र उभरता है जिसे मनुष्य अगर अन्तरिक्ष-यान में बैठकर चन्द्रमा तक पहुँचे तो यथायत देख सकेगा—और सम्भवतः वह दिन अब दूर नहीं है।

ल्यूनिक-3 ने जब चन्द्रमा के दूसरी ओर के चित्र लिए थे तो वह ऐसी स्थिति में था कि उस ओर का अधिकांश भाग दिखाई देता था और छोटा सा वह भाग भी दिखाई देता था जिसके बारे में हमें जानकारी है। यह बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ क्योंकि जिस भाग का हमें ज्ञान है वहाँ की प्राकृतिक वनावट के सदर्भ में हम उन नई वनावटों की स्थिति समझ सकते थे जिनके चित्र हमें प्राप्त हुए।

ज्ञात वस्तुओं में पाँच 'मेरिया' (सागर) थे—हम्बोल्टशिएनियम सागर, क्रिसीयम सागर, मार्जिनिस सागर, स्मिथी सागर और ऑस्ट्रेल सागर। इनमें से तीन अर्थात् ऑस्ट्रेल, स्मिथी और मार्जिनिस सागर अशत अदृश्य भाग में हैं, जिससे उनकी रूपरेखा पहली बार स्पष्ट हुई। वस्तुतः यह प्रकट हुआ कि मार्जिनिस सागर और स्मिथी सागर का अधिकांश भाग चन्द्रमा के दूसरी ओर स्थित है।

इन चित्रों को देखने वाले प्रथम व्यक्तियों को यह जानकर आश्चर्य हुआ कि चन्द्रमा के जिस नए भाग की खोज की गई है वह अधिकांशतः पहाड़ी प्रदेश है। केवल कुछ नए 'सागर' दिखाई दिए जा सकते हैं। दक्षिणी और विपुवत कटिबंधों में हैं।

एक ऐसी पर्वतमाला का पता चला है जो 1,250 मील तक फैली है और विपुवत रेखा को पार करती हुई दक्षिणी गोलार्द्ध तक जाती है। इस पर्वतमाला के पार वाले प्रदेश में बहुत चमकीले मैदान दिखाई दिए।

उत्तरी गोलार्द्ध में लगभग 170 मील व्यास का कटोरेनुमा 'सागर' पाया गया। इसके दक्षिण में एक खाड़ी थी और विपुवत रेखा के दक्षिण में 60 मील व्यास का एक सुस्पष्ट क्रेटर पाया गया जिसका तल अघकार-युक्त था, मध्य का शिखर चमकीला और जिसके चारों ओर रोशनी का छल्ला था। मध्यम आकार के चार क्रेटर-समूहों के अतिरिक्त अन्य कई

विशेषताएँ भी ल्यूनिक-3 के चित्रों में देखी गयीं ।

खगोलशास्त्रियों की पिछली पीढ़ियों की परम्परा में रूसी वैज्ञानिकों ने सभी नयी खोजों को कोई न-कोई नाम दिया । मध्यवर्ती शिखर वाले क्रेटर का नाम अन्तरिक्ष यात्रा के महान प्रवर्तक स्योल्कोवस्की के नाम पर रखा गया । एक और स्थान का नाम लीमोनोसोफ के नाम पर रखा गया जो प्रसिद्ध रूसी खगोल-वैज्ञानिक था । दो नए 'सागरों' के नाम 'स्वप्न सागर' और 'मास्को सागर' रखे गए । मास्को सागर विशाल क्रेटर की प्राकृति का 'सागर' है जिसके दक्षिण में खाड़ी है । इस खाड़ी का नाम पहले अन्तरिक्ष-यात्रियों के सम्मान में 'अन्तरिक्ष-यात्रियों की खाड़ी' रखा गया । चन्द्रमा के दूसरी ओर की मध्य पर्वतमाला का नाम 'सोवियत पर्वतमाला' रखा गया ।

ल्यूनिक-3 के जेट-चलित कैमरे ने अपना काम बहुत अच्छी तरह किया । यद्यपि धरती से अन्य अन्तरिक्ष-यान छोड़े जाएँगे जिनमें दूसरे कैमरे होंगे, फिर भी 7 अक्टूबर, 1959 की वह घड़ी, जब ल्यूनिक-3 ने चन्द्रमा के अज्ञात भाग के चित्र लेने प्रारम्भ किए थे, खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक सबसे अधिक रोमांचक घड़ी मानी जाएगी । उन क्षणों की सफलता से खगोल विज्ञान में एक नए युग की शुरुआत हुई क्योंकि यह सिद्ध हो गया कि ग्रहों के चित्र निकट से लेना सम्भव है और उनके तल की प्राकृतिक बनावट को ब्यौरेंवार मालूम किया जा सकता है ।

महान क्षणों की प्रतीक्षा

साढ़े तीन सौ वर्षों में मनुष्य ने विश्व सम्बन्धी अध्ययन में अत्यधिक प्रगति कर ली है। आरम्भ में उसे ग्रह, सूर्य और चन्द्रमा में ही मुख्य रूप से विलचस्पी थी लेकिन धीरे-धीरे उसका ध्यान चमकते हुए तारों और घुमडती हुई आकाशगंगाओं की ओर गया और उसने अन्तरिक्ष की गहराइयों की खोज की, सृष्टि के विकास का अन्वेषण किया और उसके सम्बन्ध में भविष्य-वाणी की। सृष्टि की तुलना में यद्यपि मनुष्य आकार में बहुत ही नगण्य है, फिर भी अपनी प्रतिभा के द्वारा वह अपने चारों ओर के विश्व को कुछ हद तक समझने में समर्थ हुआ है।

इस पुस्तक में हमने आपको खगोल विज्ञान की कहानी का कुछ अंश सुनाया है और आपने कुछ स्त्रियों और पुरुषों से भेंट की है जिन्होंने इस कहानी को प्रस्तुत करने में योग दिया है। लेकिन यदि स्थान का अभाव न होता तो दर्जनों अन्य व्यक्तियों की चर्चा भी की जा सकती थी।

और यह कहानी का अन्त नहीं है। खगोल-विज्ञान जितना सक्रिय और सम्भावनापूर्ण आज है उतना पहले कभी नहीं था। विज्ञान जिन नयी पद्धतियों का विकास कर रहा है और जो नए आविष्कार कर रहा है, जैसे उपग्रह और अन्तरिक्ष यान, उनकी सहायता से खगोल वैज्ञानिकों को अब विश्व की वस्तुओं का अध्ययन उन मंचों से करने का मौका मिल रहा है जो धरती के वातावरण से बाहर हैं। आने वाले दिनों में कम-से-कम निकटस्थ ग्रहों तक पहुँचने का अवसर भी मिलेगा।

हम सब का यह सौभाग्य है कि हम अन्तरिक्ष युग के आरम्भ में जीवित हैं—निश्चय ही यह मनुष्य जाति के इतिहास का सबसे महत्वपूर्ण युग है। खगोल-विज्ञान के इतिहास में हम अगले महान क्षण अर्थात् चन्द्रमा पर प्रथम मानव के उतरने की सम्भावना पर पूर्ण विश्वास कर सकते हैं।

जब प्रथम मानव सुरक्षित रूप में चन्द्रमा के धूल-भरे तल पर उतरेगा* और धरती की ओर सम्भ्रम से देखेगा तो धरती उसे चन्द्राकाश में भूलती हुई दिखाई देगी। वह पहला सौभाग्यशाली मानव अन्वेषण की उस प्रक्रिया को आगे बढ़ाएगा जो शताब्दियों पहले आरम्भ हुई थी और जो गैलीलियो, 'यूटन, हैली तथा अन्य अनेक अंतरिक्ष-अनुसन्धानकर्ताओं के अथक परिश्रम के फलस्वरूप आज की स्थिति में पहुँची है।

* 21 जुलाई 1969 को मानव चाँद पर उतर चुका है।

Great Discoverers in Modern Science

		Patrick Pringle
		Modern Scientists At Work Amabel Williams Ellis
		Men Who Changed The World Egon Larsen
		Mén Who Shaped The Future Egon Larsen
		The Common Sense of Science J Bronowski
		Everyday Science Topics Book I III T A Tweedle
		Stories from Science Book I IV Sutcliffe & Sutcliffe
		Achievements of Science I VIII M Anderwood
		The Making of Man by I W Cornwall & M Maitland Howard (Carnegie Medal Winner)
		Diversity of Man Robin Clark
		Animal life in the Tropics E M P Walters
		Life in the Deep Maurice Burton
		Planet Earth Dr Ronald Fraser
		Weather R S Scorec
		The World of Feelings J D Carthy
		Nature and Man John Hillaby
		Biology for the Modern World C H Waddington
		Great Moments in Astronomy Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This	J & R Bendick
Radar Works Like This	Egon Larsen
Sound Recording Works Like This	Clement Brown
Atoms Works Like This	John Rowland
Helicopters Works Like This	Basil Arkell & John W R Taylor
Transistors Work Like This	Egon Larsen
Jet Planes Work Like This	John W R Taylor
Fockets & Satellites Work Like This	John W R Taylo
ains Work Like This	David St John Thomas
erars Work Like This	Maurice K. Kidd
port	Egon Larsen

चार

अतिव्यापन	over
अध-गोल	
अपवतन	refr
अव्यवस्था	chaos
अंग (इकाई)	erg
अस्पष्ट	hazy
अंतरा अणुक	inter n
स्थान	space
अंतरा अणुक	
बल	force
अवरक्त (किरणें)	infra red
आयाम	dimension
आकाशमग	galaxy
आंतरिक	intrinsic
आघूर्ण	moment
आवधन	magnificat
आतशी शीशा	magnifying
आवृत्तिकाल	period
	(of oscill
आलेख (यंत्र)	recording
आवर्ती	periodical
उत्प्रेरक	catalyct
उपसौर	perihelion
उपग्रह	satellite
उत्तुगता	altitude
उल्ले इत्रा	eccentric
उत्तल	convex (
उल्का	meteor
वक्रा	orbit
दृष्टिकर	pleiades
कंपन	vibration

जब प्रथम मानव सुरक्षित रूप में चंद्रमा के धूल-भरे तल पर उतरेगा* और धरती की ओर सम्भ्रम से देखेगा तो धरती उसे चन्द्राकाश में भूलती हुई दिखाई देगी। वह पहला सौभाग्यशाली मानव अ-वेपण की उस प्रक्रिया को आगे बढ़ाएगा जो शताब्दियों पहले आरम्भ हुई थी और जो गैलीलियो, यूटन, हैली तथा अ-य अनेक अ-तरिक्ष-अनुसंधानकर्ताओं के अथक परिश्रम के फलस्वरूप आज की स्थिति में पहुँची है।

* 21 जुलाई 1969 को मानव चाँद पर उतर चुका है।

पारिभाषिक शब्दावली

अतिव्यापन	overlapping	खगोलीय गोला	orb
अध-गोल	hemispherical	खगोल विज्ञान	astronomy
अपवतन	refraction	खगोलज्ञ	astronomer
अव्यवस्था	chaos	गुरुत्व	gravity
अग्र (इकाई)	erg	गुरुत्वाकर्षण	gravitation
अस्पष्ट	hazy	गणितीय	mathematical
अन्तरा-अणुक	inter molecular	गसित	pneumatic
स्थान	space	ग्रह	planet
अन्तरा अणुक	inter molecular	घन	cube, cubic
बल	force	घटना	phenomenon
अवरक्त (किरणें)	infra red	घूर्णी	rotation
आयाम	dimension	घूर्णी गति	rotatory
आकाशगंगा	galaxy	चुम्बकत्व	magnetism
आन्तरिक	intrinsic	चाल	speed
आघूर्ण	moment	चक्रण	spin
आवधन	magnification	चर	variable
आतशी शीशा	magnifying glass	जडत्व	inertia
आवृत्तिकाल	period (of oscillation)	ज्योति	luminosity
आलेख (यंत्र)	recording	त्वरण	acceleration
आवर्ती	periodical	तुला	balance
उत्प्रेरक	catalyst	तारामंडल	constellation
उपसौर	perihelion	तारकीय	stellar
उपग्रह	satellite	तरंग दैर्घ्य	wave length
उत्तुंगता	altitude	तश्तरी	disc
उत्केन्द्रता	eccentricity	दिव्य	celestial
उत्तल	convex (lens)	दीर्घ वृत्त	ellipse
उल्का	meteor	दीर्घ वृत्ताकार	elliptical
कक्षा	orbit	दृष्टि भ्रम	illusion
कृत्तिका	pleiades	दोलन	oscillation
कंपन	vibration	दीर्घ अक्ष	major axis
		दूरदर्शक	telescope

द्रव्यमान	mass	भूगर्भ विज्ञान	geology
दोलायमान	swinging	भूकेन्द्रीय तंत्र	geocentri system
धूमकेतु	comets	ध्रुव	paradox
धुंध	mist	मंगल (ग्रह)	Mars
ध्रुव	pole	मौसम विज्ञान	meteorology
ध्रुव—उत्तर	pole—north	मध्याह्न रेखा	meridian
ध्रुव—दक्षिण	pole—south	मंडलक	disc
नभमण्डलीय	heavenly	युगारम्भ	epoch
न्यूट्रॉन	neutron	यांत्रिकी	mechanics
नगण्य	negligible	रेडियन (इकाई)	radian
नाभिकरण	nucleus	त्रिज्या	radius
नीहारिका	nebular	लम्बन	parallax
न्यूटनीय	Newtonian	लम्बनिक	parallatic
नी विद्या	navigation	लक्ष्य	target
नभमंडल	vault	लोलक	pendulum
नेत्रिका	eyepiece	विपथन	aberration
निऑन	neon	विन्यास	configuration
प्रतीयमान	apparent	विलय	fusion
प्रयोगसिद्ध	empirical	विचक्षण	ingenious
परिमाण	magnitude	वायुमंडलीय	atmospheric
प्रकाश विज्ञान	optics	विकिरण	radiation
प्रकाश-सम्बन्धी	optical	विकिरण दाब	radiation pressure
परवलय	parabola		
परिदर्शक	periscope	शंकु	cone
परिधीय	peripheral	शनि (ग्रह)	Saturn
प्रकाशमिति	photometry	शुक (ग्रह)	Venus
प्रोतुबर्भ	protuberance	सूर्योच्च	aphelion
प्रागुक्ति	prediction	सम्पिण्डित	conglomerates
परिकल्पना	hypotheses	स्फटिक	crystal
परावर्तक	reflector	संकेन्द्रित	concentrated
प्रकाश विद्युत्-सेल	photo-electric-cells	सौर-केन्द्रित	heliocentric
पुरावेत्ता	antiquary	समबाब रेखा	iso bar
बृहस्पति (ग्रह)	Jupiter	समकालिक	iso chronic
बुध (ग्रह)	Mercury	सूर्य कर्ताक	sun spots
		सरित (राशि)	Vector

THE PROGRESS OF SCIENCE Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Great Discoverers in Modern Science

	Patrick Pringle
Modern Scientists At Work	Amabel Williams Ellis
Men Who Changed The World	Egon Larsen
Mén Who Shaped The Future	Egon Larsen
The Common Sense of Science	J Bronowski
Everyday Science Topics Book I III	T A Tweedle
Stories from Science Book I IV	Sutcliffe & Sutcliffe
Achievements of Science I VIII	M Anderwood
The Making of Man by	I W Cornwall & M Maitland Howard (Carnegie Medal Winner)
Diversity of Man	Robin Clark
Animal life in the Tropics	EMP Walters
Life in the Deep	Maunce Burton
Planet Earth	Dr Ronald Fraser
Weather	RS Scorer
The World of Feelings	JD Carthy
Nature and Man	John Hillaby
Biology for the Modern World	CH Waddington
Great Moments in Astronomy	Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This	J & R Bendick
Radar Works Like This	Egon Larsen
Sound Recording Works Like This	Clement Brown
Atoms Works Like This	John Rowland
Helicopters Works Like This	Basil Arkell & John W R Taylor
Transistors Work Like This	Egon Larsen
Jet Planes Work Like This	John W R Taylor
Fockets & Satellites Work Like This	John W R Taylo
ains Work Like This	David St John Thomas
meras Work Like This	Maurice K Kidd
ansport	Egon Larsen